



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# **Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC**

---

Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

## **VOLUM I: MEMÒRIA**

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Treball Fi de Grau**

**Autor:** Roger Catalan Yarza

**Director:** Marcel Macarulla Martí

**Co-Director:** Miquel Casals Casanova

Juny de 2015

## Índex de continguts

1	Objecte de l'estudi.....	6
2	Abast .....	7
3	Justificació de l'estudi .....	8
3.1	Antecedents i estat de l'art.....	9
3.1.1	Normativa i legislació actual .....	9
3.1.2	El certificat Energètic .....	10
4	Especificacions bàsiques .....	13
5	Metodologia aplicada .....	14
5.1	Recollida d'informació .....	14
5.2	Realització de les certificacions .....	14
5.2.1	Certificació mitjançant CE <sup>3</sup> X .....	14
5.2.2	Certificació monitoritzada.....	15
5.3	Anàlisi i comparació de resultats.....	15
6	Descripció de l'edifici.....	16
7	Dades administratives i generals de l'edifici.....	17
8	Instal·lacions .....	19
8.1	Equip d'aigua calenta sanitària (ACS) .....	19
8.2	Equip de calefacció .....	21
8.3	Equips de refrigeració .....	21
8.4	Equips de il·luminació .....	22
8.5	Ventiladors .....	23
8.6	Equips de bombeig .....	23
9	Certificació exhaustiva .....	26
9.1	Envolupant tèrmica .....	26
9.1.1	Materials .....	26
9.1.2	Coberta i sòls.....	26
9.1.3	Murs de façana .....	26
9.1.4	Buits i claraboies.....	27
9.1.5	Particions interiors .....	33

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

9.1.6	Ponts tèrmics .....	36
9.1.7	Patró d'ombra .....	37
9.2	Qualificació obtinguda.....	42
10	Certificació bàsica .....	44
10.1	Envolupant tèrmica .....	44
10.2	Qualificació obtinguda.....	46
11	Certificació monitoritzada .....	48
11.1	Consum elèctric .....	48
11.2	Consum de gas.....	50
12	Comparació de resultats.....	51
13	Aspectes ambientals .....	56
14	Pressupost.....	56
15	Propostes de futurs treballs .....	57
15.1	Planificació de tasques .....	57
15.2	Diagrama de Gantt.....	58
16	Conclusions .....	58
17	Bibliografia .....	59

## Índex de figures

Figura 1. Procedència de l'energia primària consumida a Espanya el 2013. ....	8
Figura 2. Procedència de l'energia primària consumida a Espanya el 2014. ....	8
Figura 3. Procediments de Certificació Energètica d'Edificis. ....	11
Figura 4. Model homologat d'etiqueta de qualificació energètica ....	13
Figura 5. Pestanya de dades administratives amb paràmetres omplerts.....	17
Figura 6. Pestanya de dades generals de l'edifici. ....	18
Figura 7. Diferents opcions d'instal·lacions del programa CE <sup>3</sup> X ....	19
Figura 8. Detall del sistema d'ACS al Centre Universitari de la Visió.....	20
Figura 9. Modelització del sistema d'ACS. ....	20
Figura 10. Modelització de l'equip de calefacció. ....	21
Figura 11. Detall d'una màquina refrigeradora CIATESA instal·lada al CUV. ....	22
Figura 12. Modelització de la instal·lació d'enllumenat. ....	22
Figura 13. Modelització del sistema de ventilació. ....	23
Figura 14. Modelització del sistema de bombes de les calderes. ....	24
Figura 15. Modelització del sistema de bombes de les refrigeradores. ....	24
Figura 16. Modelització del sistema de bombes per ACS.....	25
Figura 17. Modelització de buits en les façanes.....	28
Figura 18. Fotografia de la finestra Fin_S17 amb l'estat del marc. ....	29
Figura 19. Quadre de diàleg per escollir la absortivitat del marc. ....	30
Figura 20. Llista d'elements de protecció solar. ....	31
Figura 21. Modelització del paràmetre de reculada. ....	31
Figura 22. Fotografia detall de l'entrada de l'edifici, on es pot veure la reculada variable.....	32
Figura 23. Modelització a partir d'estimació de les propietats tèrmiques del buit. ....	33
Figura 24. Modelització del fals sostre com a partició interior horitzontal amb superfície no habitable superior. ....	34
Figura 25. Superfície no habitable considerada partició interior vertical. ....	34
Figura 26. Fotografia de les consultes 2.1 i 2.2 presa des de la zona comuna. .	35
Figura 27. Sales de teràpies audiovisuals inhabilitades.....	35
Figura 28. Modelització de la zona inhabilitada com a partició interior vertical. ..	36
Figura 29: Modelització dels ponts tèrmics. ....	37
Figura 30. Possibles orientacions de les façanes. ....	37
Figura 31. Façana oest de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa. ....	38
Figura 32. Bloc de pisos situats en front de la façana sud del Centre Universitari de la Visió.....	39

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Figura 33. Bloc de pisos situats en front de la façana oest del Centre Universitari de la Visió.....	39
Figura 34. Finestra de patrons d'ombra. ....	40
Figura 35. Definició d'angles $\alpha$ i $\beta$ a partir de distàncies característiques.....	41
Figura 36. Qualificació energètica del CUV mitjançant certificació exhaustiva. ..	42
Figura 37. Demandes de calefacció i refrigeració mitjançant certificació exhaustiva. ....	42
Figura 38. Esquema de modelització del CUV en certificació simplificada. ....	44
Figura 39. Qualificació energètica del CUV mitjançant certificació bàsica. ....	46
Figura 40. Demandes de calefacció i refrigeració mitjançant certificació bàsica. 47	
Figura 41. Gràfic evolutiu del consum elèctric del CUV. ....	48
Figura 42. Esquema de transformació de l'energia. ....	51
Figura 43. Diagrama de Gantt de les activitats del treball proposat. ....	58

## Índex de taules

Taula 1. Qualificacions d'edificis grans terciaris .....	12
Taula 2. Fancoils i els seus equips unitaris. ....	23
Taula 3. Equips de bombeig. Unitats, potència i demanda anual. ....	23
Taula 4. Característiques dels murs de façana. ....	27
Taula 5. Característiques dels buits de façana. ....	28
Taula 6. Característiques de les particions interiors. ....	33
Taula 7. Transmissió tèrmica dels diferents elements de l'envolupant tèrmica de certificació bàsica. ....	45
Taula 8. Propietats tèrmiques dels buits en certificació bàsica. ....	46
Taula 9. Consums elèctrics mensuals del CUV. ....	49
Taula 10. Consums mensuals de gas durant l'any 2014 del CUV. ....	50
Taula 11. Energia útil total per les diferents certificacions. ....	52
Taula 12. Detall de costos associats a la certificació exhaustiva. ....	54
Taula 13. Detall de costos associats a la certificació bàsica. ....	54
Taula 14. Detall de costos associats a la certificació monitoritzada. ....	54

## Resum

El present document és el resultat de l'estudi que s'ha realitzat durant el segon quadrimestre del curs 2014-2015 com a Treball Final de Grau en Tecnologies Industrials impartit a l' Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa.

Aquest treball tracta l'estudi de la certificació energètica d'un edifici existent a partir de dades de consum monitoritzades i l'ús de l'eina CE<sup>3</sup>X proporcionada pel *Ministerio de Indústria, Energía y Turismo del Gobierno de España*, el qual proporcionarà una etiqueta energètica que serà utilitzada per comparar resultats. Els principals paràmetres per a la comparació són les hores dedicades, el cost, la qualificació i les hipòtesis.

## 1 Objecte de l'estudi

Aquest document s'ha realitzat amb l'objectiu d'exposar i definir el consum real de l'edifici estudiat amb els resultats obtinguts mitjançant la utilització de mètodes simplificats per la modelització del consum esmentat. Es pretén comprovar la relació benefici-cost de la realització d'una certificació exhaustiva i una certificació bàsica mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, així com comprovar la fiabilitat d'aquest fent una certificació a partir de dades monitoritzades obtingudes amb la plataforma SIRENA de la Universitat Politècnica de Catalunya.

## **2 Abast**

L'estudi s'ha realitzat a l'edifici Centre Universitari de la Visió del Campus Terrassa de la Universitat Politècnica de Catalunya, situat al carrer Passeig Vint-i-dos de Juliol, 660 de Terrassa.

En el treball es realitzen tres certificacions paral·leles, dues amb mètodes simplificats i una a partir de dades monitoritzades.

Les certificacions amb mètodes simplificats corresponen a la certificació bàsica, que utilitza els paràmetres per defecte establerts pel programa, i a la certificació exhaustiva, en la que s'introdueixen les dades reals de l'edifici i els seus components. Amb les certificacions s'obtenen les dades de consum energètic per unitat de superfície, així com les emissions de diòxid de carboni per unitat de superfície.

En la realització de l'estudi no s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici objecte.

En la realització de l'estudi no s'han estudiat les recomanacions de millora que proporciona el programa.

Un cop obtingudes les dades de consum energètic i d'emissions de diòxid de carboni, es procedeix a fer una comparació d'aquests i la dedicació en forma d'hores dedicades a cadascuna de les certificacions, amb l'objectiu de determinar quin és el mètode que presenta una millor relació qualitat/preu.

En cas d'obtenir discrepàncies entre els diferents resultats de certificació energètica obtinguts amb els diferents mètodes, es plantejaran hipòtesis que puguin justificar les diferències notables.



### 3 Justificació de l'estudi

La generació i consum d'energia és un dels principals problemes de la societat del segle XXI. L'evolució tecnològica dels últims anys ha permès la proliferació d'aparells electrònics per a tot tipus d'àmbits, inclòs el quotidià, fet que ha creat la necessitat de produir grans quantitats constants d'energia.

Tal i com es pot veure en les figures següent, la major part de l'energia prové de fonts no renovables, fet que posa en un major compromís la creació d'energia per al futur:

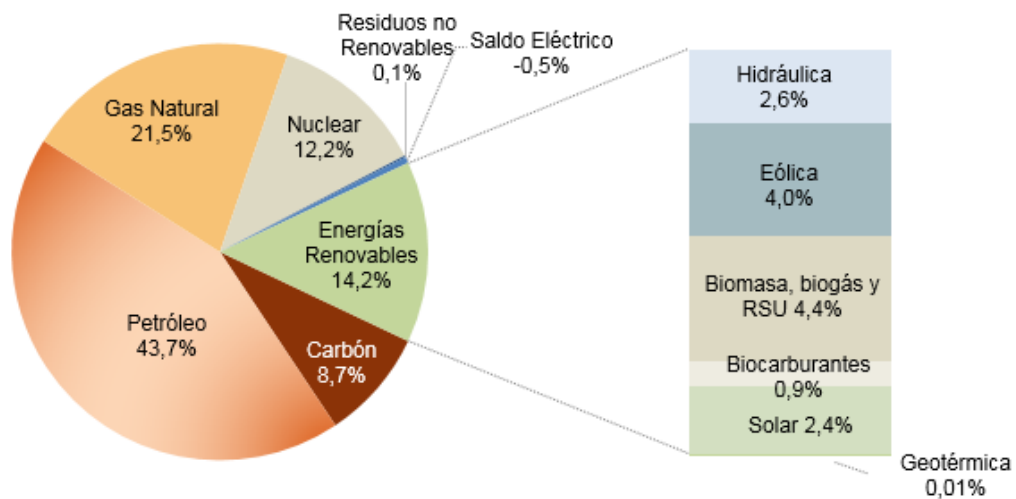


Figura 1. Procedència de l'energia primària consumida a Espanya el 2013.<sup>1</sup>

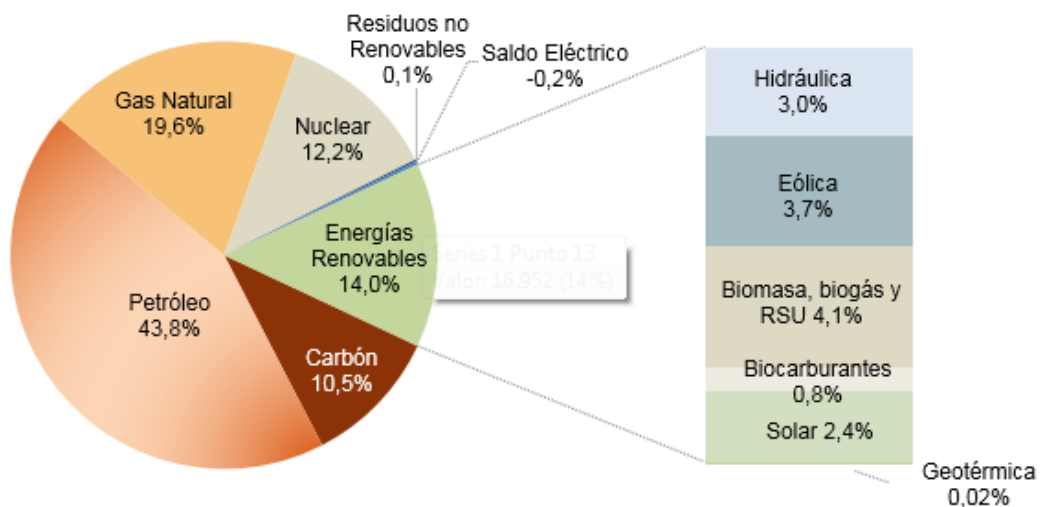


Figura 2. Procedència de l'energia primària consumida a Espanya el 2014.<sup>1</sup>

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Segons el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*, un 20% del consum d'energia final correspon als edificis construïts, que presenten necessitats de calefacció, refrigeració, disponibilitat d'aigua calenta sanitària, ventilació, cuina i conservació d'aliments o higiene, entre molts altres requisits. Aquest percentatge, a més, tendeix a augmentar any rere any <sup>2</sup>.

### **3.1 Antecedents i estat de l'art**

#### **3.1.1 Normativa i legislació actual**

La certificació d'eficiència energètica dels edificis és una exigència derivada de la Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiència energètica dels edificis i la Directiva 2006/32/CE, sobre la eficiència de l'ús final de l'energia i serveis energètics. La Directiva 2002/91/CE ha donat pas a la Directiva 2010/31/UE, aplicant una sèrie de modificacions importants referent a l'eficiència energètica dels edificis, essent les següents les més rellevants:

- Inspeccions periòdiques de les instal·lacions dels edificis, indicant els requisits d'obligat compliment un cop modificades o substituïdes.
- Els edificis de nova construcció han de tenir un consum energètic pràcticament nul, afavorint l'eficiència i la sostenibilitat energètica en el món de l'edificació.
- Determinació dels requisits mínims en les certificacions energètiques dels edificis i obligació als Estats membres a determinar les mesures d'eficiència energètica corresponents a l'hora de realitzar reformes importants en els edificis. Les mesures seran viables dins els camps tècnics, funcionals i econòmics.

Al ser una directiva europea, l'Estat Espanyol disposa de la seva transposició, el Real Decreto 235/2013, que determina el procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica dels edificis existents, detallant des de les condicions tècniques i administratives fins l'etiqueta de certificat d'eficiència energètica.

El Centre Universitari de la Visió va ser construït el 1955, any en el que no hi havia cap tipus de legislació referent a l'eficiència energètica. És per això que moltes de les exigències de la Directiva 2010/31/UE i el Real Decreto 235/2013 s'incomplien. L'edifici ha anat patint remodelacions i projectes de millora que, seguint la legislatura actual, s'han dut a terme tenint en compte els objectius marcats per aquesta.

### **3.1.2 El certificat Energètic**

El certificat energètic és un document oficial que ha de complir amb una sèrie de requeriments i contenir una sèrie de dades per tal d'ésser vàlid. És, per tant, un document oficial que qualifica la eficiència energètica d'un edifici a partir del càlcul del consum d'energia anual que necessita per satisfer les demandes a les que està sotmès en condicions normals d'ocupació i funcionament.

Les dades que el certificat d'eficiència energètica ha de contenir són:

- Identificació de l'edifici: Nom, direcció, referència cadastral, any de construcció, etcètera.
- Dades del tècnic certificador i del propietari o promotor de l'edifici.
- Ús de l'edifici i condicions habituals de funcionament i ocupació.
- Indicació del procediment reconegut que s'ha utilitzat per a la qualificació.
- Indicació de la normativa d'aplicació.
- Descripció de les característiques energètiques de l'edifici: envoltant tèrmica i instal·lacions.
- Qualificació d'eficiència energètica obtinguda.
- Descripció de les proves, comprovacions i inspeccions dutes a terme pel tècnic certificador per a edificis existents.
- Document de recomanacions per la implantació de mesures de millora que facin reduir les emissions de CO<sub>2</sub> de l'edifici per a edificis existents.

L'esmentat certificat es pot obtenir a través de diferents procediments en funció de si l'edifici a estudiar és nou o existent, així com el tipus d'edifici –habitatges o edificis destinats a altres usos–.

La figura següent mostra els diferents procediments disponibles segons l'estat de l'edifici:

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

		Programes de certificació energètica possibles
Edificis nous	Habitatge	CALENER VyP CE2 CERMA
	Altres usos	CALENER VyP CALENER GT
Edificis existents	Habitatge	CALENER VyP CE3 CE <sub>3</sub> X CERMA
	Altres usos	CALENER VyP CALENER GT CE3 CE <sub>3</sub> X

 Figura 3. Procediments de Certificació Energètica d'Edificis. <sup>3</sup>

Existeixen dos tipus de metodologies per obtenir la certificació energètica:

- Mètode general, realitzat mitjançant el programa CALENER, oficial per a l'obtenció de certificacions mitjançant aquest mètode, desenvolupant els càlculs de forma directa.
- Mètode simplificat, realitzat a través de la plataforma CE<sup>3</sup> o CE<sup>3</sup>X. Aquests desenvolupen els càlculs de manera indirecta.

El certificat, independentment del mètode emprat, tindrà un període de validesa màxim de 10 anys des de la seva subscripció. Una vegada exhaurit el període, el certificat s'haurà de renovar.

En el cas del Centre Universitari de la Visió, l'edifici està destinat al sector serveis, dins la categoria d'altres usos, essent un edifici ja existent. Amb tot això, s'ha decidit utilitzar el mètode simplificat CE<sup>3</sup>X.

#### Certificació energètica amb CE<sup>3</sup>X

La descripció del mètode d'ús del programa i la forma en la que obté les certificacions s'explicarà amb detall al llarg dels capítols 7, 8 i 9 d'aquest document. Tot i així, es fan menció a aquelles eines que el programa facilita a l'usuari però no s'han utilitzat al no estar especificats dins l'abast del projecte. Dites eines són:

- Mesures de millora. El programa, sota demanda de l'usuari, proporciona una llista de possibles millores a dur a terme per tal d'obtenir una millor qualificació. Aquestes millores poden ser des de substitució o modificació

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

dels tancaments de l'edifici, com canvis de finestra o adició de capes de material aïllant, fins a modificacions o substitucions de les instal·lacions actuals, com la substitució d'una caldera de gas per una caldera de biomassa.

- Anàlisi econòmic: Relacionat amb l'anterior eina, el programa realitza un anàlisi econòmic de les mesures de millora proposades, obtenint una data d'amortització de la inversió en cas que es fes la reforma i l'estalvi que comportaria.

Un cop completats tots els passos, el programa genera un informe detallat sobre la qualificació energètica. L'informe ha d'ésser entregat a l'organisme competent de l'administració, que varia en funció de la comunitat autònoma. L'organisme competent és l'encarregat d'emetre l'etiqueta energètica definitiva.

L'etiqueta energètica

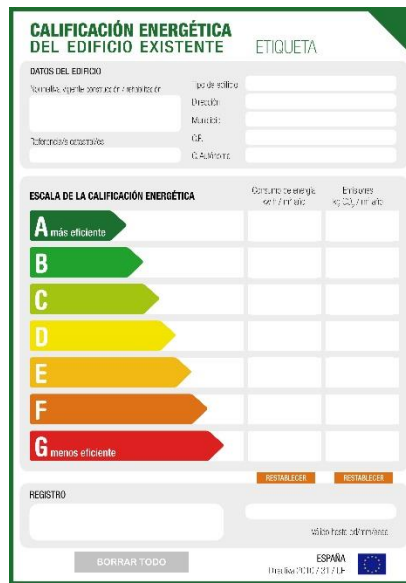
L'etiqueta energètica quantifica les emissions de diòxid de carboni per metre quadrat ( $\text{CO}_2/\text{m}^2$ ) i energia consumida anual ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ). Juntament amb la procedència del consum d'energia primària i el tipus d'edifici, l'edifici es classifica amb una lletra dins el rang A-G, on A s'atorga als edificis més eficients, i G als edificis menys eficients. La taula següent mostra els diferents rangs de valors per a cada valor de la etiqueta:

Valor	Rang ( $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$ )
<b>A</b>	$C < 23.7$
<b>B</b>	$23.7 < C < 38.6$
<b>C</b>	$38.6 < C < 59.3$
<b>D</b>	$59.3 < C < 77.1$
<b>E</b>	$77.1 < C < 94.9$
<b>F</b>	$94.9 < C < 118.7$
<b>G</b>	$118.7 < C$

Taula 1. Qualificacions d'edificis grans terciaris <sup>4</sup>

## *Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Es disposa d'un model d'etiqueta homologat corresponent a la següent figura:



The image shows a digital form for an energy rating label. It includes sections for building data, an energy scale from A to G, and a registration area. The form is titled 'CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE' and 'ETIQUETA'.

**DATOS DEL EDIFICIO**

Nombre, apellidos y nombre de la empresa:  po de edificio:

Dirección:

Municipio:

País:

Clasificación energética:

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

Calificación	Consumo de energía del edificio (kWh/m²/año)	Emissiones de CO <sub>2</sub> (kg/m²/año)
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

**REGISTRO**

datos reales de referencia

ESPAÑA  
Ministerio de Industria, Energía y Turismo

Figura 4. Model homologat d'etiqueta de qualificació energètica <sup>5</sup>

## 4 Especificacions bàsiques

El programa per a dur a terme la certificació energètica és el CE<sup>3</sup>X, promogut pel Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE. Així doncs, s'ha considerat que els paràmetres marcats per defecte a l'hora de realitzar les certificacions, han sigut tractats de forma adequada per el programa. Les dades obtingudes per el Servei d'Obres i Manteniment del Campus Terrassa (SOMT) es consideren com les dades més recents.

Referent a la certificació monitoritzada, s'ha considerat que l'activitat de l'edifici és de setembre a juliol, deixant el mes d'agost com a no representatiu. S'ha establert un consum d'il·luminació promig. Les dades de consum s'obtenen a través de la plataforma SIRENA.

## **5 Metodologia aplicada**

La metodologia aplicada en el desenvolupament d'aquest estudi s'ha fet amb l'objectiu d'optimitzar el temps i els recursos, cercant les maneres més simples i eficients possible. S'estructura en tres parts. La primera, recollida d'informació, on es recopila la informació més recent possible referent a l'edifici objecte. La segona, realització de les certificacions, correspon a la introducció de dades al programa utilitzat. I per últim, l'anàlisi i comparació de dades.

### **5.1 Recollida d'informació**

Referent a l'edifici. La principal font d'informació s'ha obtingut a través de la documentació més recent referent a l'edifici, que conté les modificacions i obres que s'han produït en els últims deu anys. S'han realitzat visites a l'edifici objecte per tal de corregir errors i obtenir informació no disponible als arxius proporcionats pel Servei d'Obres i Manteniment del Campus de Terrassa. S'ha utilitzat la plataforma SIRENA per obtenir dades de consum reals de l'edifici.

S'ha cercat informació referent a la legislació per a certificacions energètiques a nivell europeu, estatal i autonòmic, així com documentació del programa utilitzat per tal d'assegurar un bon us de la eina.

### **5.2 Realització de les certificacions**

En aquest treball, tal i com s'ha dit amb anterioritat, es duen a terme tres certificacions diferents, dues mitjançant el programa informàtic CE<sup>3</sup>X i una a partir de les dades monitoritzades a través de la plataforma SIRENA. Cada apartat pretén explicar les diferents metodologies dutes a terme.

#### **5.2.1 Certificació mitjançant CE<sup>3</sup>X**

La metodologia aplicada per a les certificacions amb el programa CE<sup>3</sup>X ha sigut la proposada per el programa. Primer predisposa quatre pestanyes: dades administratives, dades generals, caracterització de l'envolupant tèrmica i caracterització d'instal·lacions.

Un cop s'han omplert les quatre pestanyes, podem afegir el patró d'ombra a través de la casella corresponent i, finalment, realitzar el càlcul i obtenir la certificació energètica.

### **5.2.2 Certificació monitoritzada**

Per la certificació monitoritzada, la metodologia és completament manual. S'han obtingut dades de consum a partir de la plataforma SIRENA de la Universitat Politècnica de Catalunya en forma de fulls de càlcul. S'han tractat les dades per a poder realitzar un anàlisi i comparació, tenint en compte la superfície i el període temporal.

## **5.3 Anàlisi i comparació de resultats**

L'últim apartat de la metodologia a detallar.

L'adequació dels resultats de les certificacions exhaustiva i bàsica per tal de poder comparar-les amb els resultats obtinguts amb la certificació monitoritzada són un component clau per l'èxit de l'estudi.

S'ha considerat que la manera més adient de comparació és modelitzant els valors de consum total de l'edifici en kWh/m<sup>2</sup>·any per a cada un dels tres casos. Això ha comportat la conversió de valors de demanda energètica i emissions de CO<sub>2</sub> de les certificacions realitzades amb el programa CE<sup>3</sup>X. Un cop els resultats s'han trobat en les mateixes unitats, s'ha procedit a la comparació d'aquests.

Al mateix temps, també s'ha realitzat un anàlisi temporal i econòmic de la realització de cadascuna de les certificacions; el temps destinat a l'elaboració de cadascun dels estudis i el cost associat a aquests. Aquests anàlisis econòmics i temporals s'han realitzat un cop finalitzada la comparació energètica.



## **6 Descripció de l'edifici**

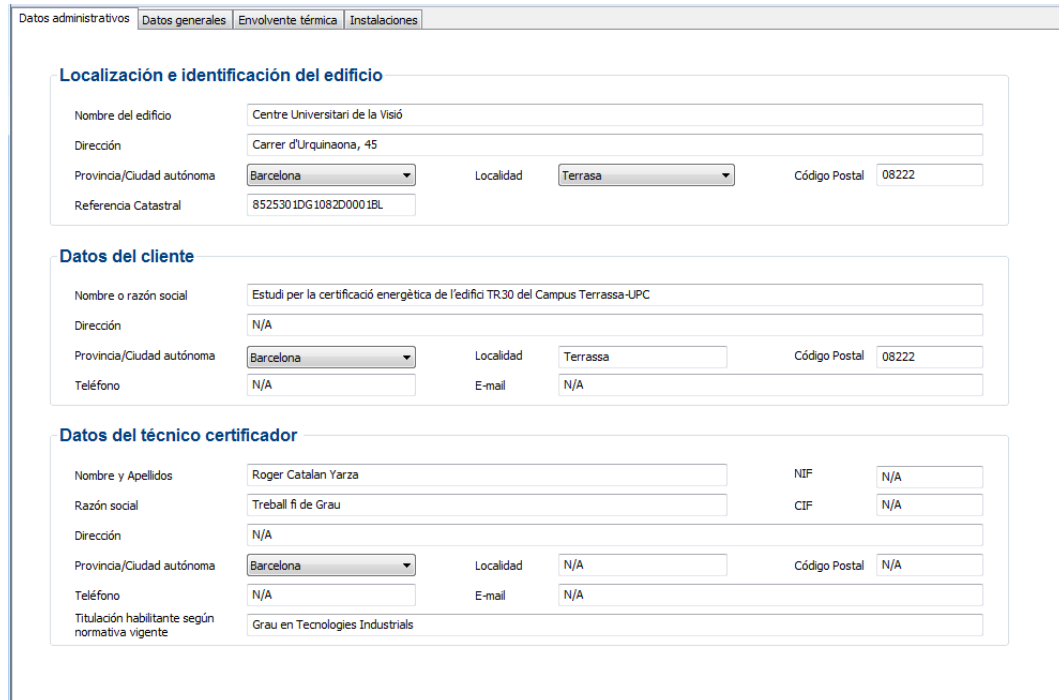
L'edifici objecte per la realització de l'estudi de certificació energètica i verificació dels mètodes simplificats és el Centre Universitari de la Visió (TR30), que forma part del Campus de Terrassa de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Situat al Carrer Passeig Vint-i-dos de Juliol, número 660 i fent cantonada amb el Carrer l'Escultor Armengol, el Centre Universitari de la Visió és una clínica ocular que consta d'una única planta útil. Està inscrit en el Registre de Centres, Serveis i Establiments del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya amb el codi E08792243.

L'edifici està vinculat a la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa (FOOT), edifici veí que també forma part del Campus de Terrassa de la Universitat Politècnica de Catalunya, oferint suport a activitats docent per als cursos de grau, postgrau i formació continuada relacionats amb l'àmbit de la visió, realitzant pràctiques reglades per orientar de forma professional en entorns reals u oferint un flux de casos reals en qualitat de docència, així com oferint una plataforma clínica i tecnològica a grups de recerca que permeten abordar aspectes de recerca des d'un enfocament multidisciplinari.

## 7 Dades administratives i generals de l'edifici

En aquest apartat es defineixen les dades generals i administratives de l'edifici estudiat a fi de determinar les certificacions energètiques amb el CE<sup>3</sup>X.

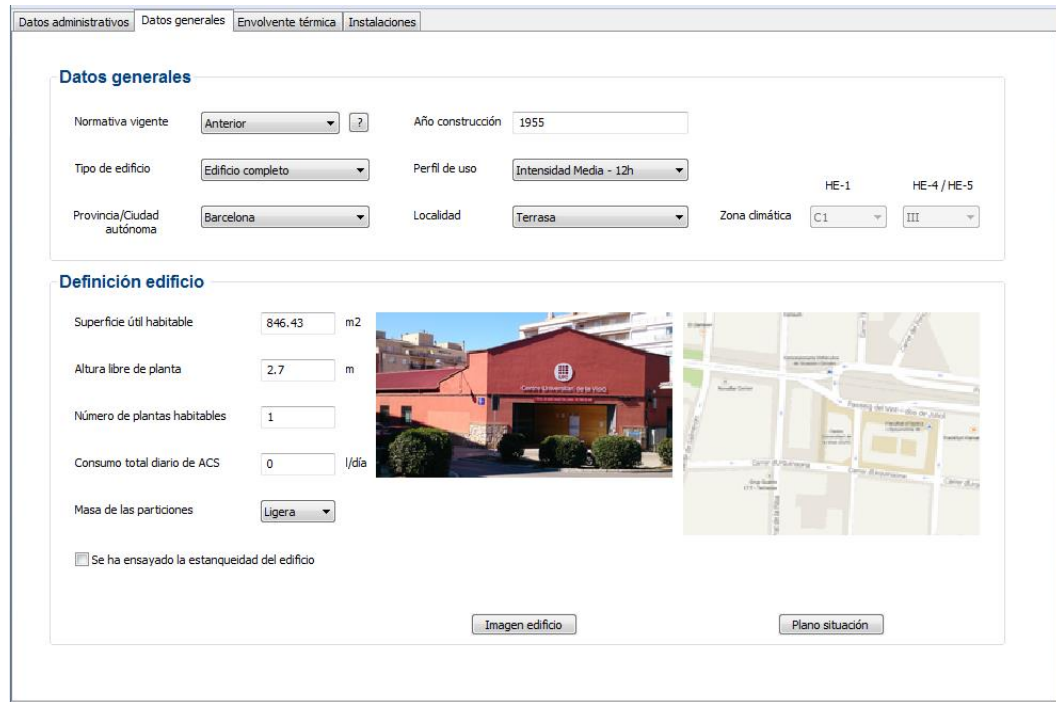


Datos administrativos			
<b>Localización e identificación del edificio</b>			
Nombre del edificio	Centre Universitari de la Visió		
Dirección	Carrer d'Urquinaona, 45		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Referencia Catastral	8525301DG1082D0001BL		
<b>Datos del cliente</b>			
Nombre o razón social	Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC		
Dirección	N/A		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Teléfono	N/A	E-mail	N/A
<b>Datos del técnico certificador</b>			
Nombre y Apellidos	Roger Catalan Yarza	NIF	N/A
Razón social	Treball fi de Grau	CIF	N/A
Dirección	N/A		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	N/A
Teléfono	N/A	E-mail	N/A
Titulación habilitante según normativa vigente	Grau en Tecnologies Industrials		

**Figura 5. Pestanya de dades administratives amb paràmetres omplerts.**

Les dades administratives es defineixen en tres espais diferents. El primer, Localización e identificación del edificio, reuneix les dades de localització i referència cadastral de l'edifici. La localització servirà per obtenir la zona climàtica de l'edifici.

El segon bloc l'ocupen dades referents al propietari de l'edifici, en aquest cas, la Universitat Politècnica de Catalunya. Per últim, en el tercer bloc trobem dades referents al tècnic certificador, responsable de la certificació energètica.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*


**Figura 6. Pestanya de dades generals de l'edifici.**

L'apartat de dades generals està format per dos blocs. El primer, sota el nom de *Datos generales*, conté les dades referents a la localització, any de construcció i normativa vigent, i el tipus d'edifici i ús. Aquestes dades serveixen per determinar la zona climàtica i els valors per defecte dels tancaments, ambdós factors clau en el moment d'obtenir l'eficiència energètica. El Centre Universitari de la Visió va ser construït el 1955, període en el qual no hi havia normativa vigent que fes referència al consum energètic. Es tria perfil d'ús com Intensitat Mitja -12 hores degut a que el seu horari és des de les 8:00 fins a les 20:00 i és un lloc on hi ha visitants constants sense haver gran densitat de persones a l'interior.

En el segon bloc, amb el nom *Definición del edificio*, s'especifica la superfície útil habitable a certificar, així com el número de plantes i l'altura d'aquestes. També es demana el consum diari d'aigua calenta sanitària (ACS). S'ha definit la massa de les particions com a lleugera degut a que les parets interiors estan formades per totxana de 10cm amb ciment portland.

Per últim, apareix la casella que indica si s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici. En el nostre cas, al no haver-se realitzat, la casella queda desmarcada.

## 8 Instal·lacions

Les instal·lacions són tots aquells equipaments referents a la xarxa elèctrica, d'aigua, gas i climatització de l'edifici.

Degut a l'absència d'assajos i al tractament dels equips sense utilitzar-ne les corbes de rendiment, el procediment de modelització és el mateix tant per la certificació exhaustiva com per la bàsica.

El programa CE<sup>3</sup>X distingeix les instal·lacions en dotze grups diferents, segons la utilitat d'aquestes:

### Instalaciones del edificio

- |  |  |
|--|--|
| <input checked="" type="radio"/> Equipo de ACS                         | <input type="radio"/> Contribuciones energéticas |
| <input type="radio"/> Equipo de sólo calefacción                       | <input type="radio"/> Equipos de iluminación     |
| <input type="radio"/> Equipo de sólo refrigeración                     | <input type="radio"/> Equipos de aire primario   |
| <input type="radio"/> Equipo de calefacción y refrigeración            | <input type="radio"/> Ventiladores               |
| <input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción y ACS                | <input type="radio"/> Equipos de bombeo          |
| <input type="radio"/> Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS | <input type="radio"/> Torres de refrigeración    |

Figura 7. Diferents opcions d'instal·lacions del programa CE<sup>3</sup>X

El centre Universitari de la Visió disposa d'equipament d'aigua calenta sanitària, calefacció, refrigeració, il·luminació, ventilació i bombeig, que es detallen en els següents apartats.

### 8.1 Equip d'aigua calenta sanitària (ACS)

L'equip que proporciona aigua calenta sanitària és una caldera estàndard de gas natural de la marca Saunier Duval model AQ Pro 4000. La potència de la caldera, com es pot veure en la imatge següent, és de 8.9 kW, i té un rendiment del 85%. La caldera, com els equips de calefacció i refrigeració, es troba en un estat de bon aïllament i manteniment.

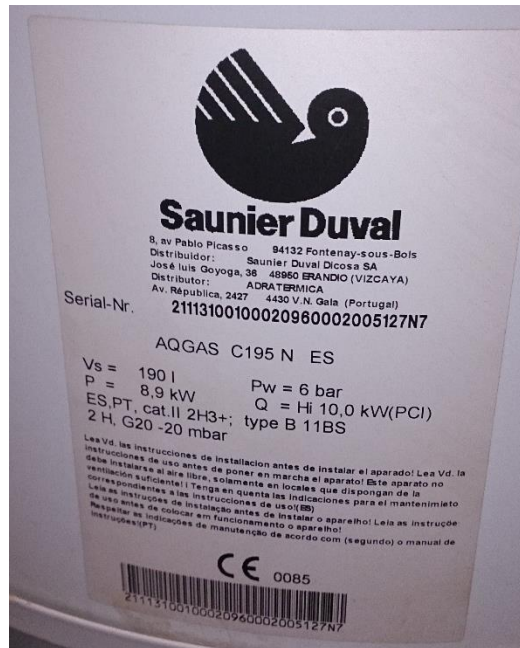
*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Figura 8. Detall del sistema d'ACS al Centre Universitari de la Visió.

**Equipo de ACS**

Nombre	Saunier Dubal	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Caldera Estándar	ACS	
Tipo de combustible	Gas Natural	Superficie (m2)	965,39
		Porcentaje (%)	100
<b>Rendimiento medio estacional</b>			
<b>Rendimiento estacional</b>	Estimado según Instalación	<b>Rendimiento medio estacional</b>	62,2 %
Potencia nominal	8,9 kW		
Carga media real fcomb	0,13 ?	Aislamiento de la caldera	Bien aislada y mantenida
Rendimiento de combustión	85 %		
<input type="checkbox"/> Con Acumulación			

Figura 9. Modelització del sistema d'ACS.

## 8.2 Equip de calefacció

L'equip que proporciona calefacció a l'edifici és una caldera de la marca Roca model G100. També és una caldera que el seu combustible és el gas natural. La potència nominal, segons el seu model, és de 100 kW.

### Equipo de sólo calefacción

Nombre	Roca G100	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Caldera Estándar	Superficie (m2)	965.39
Tipo de combustible	Gas Natural	Porcentaje (%)	100
<b>Rendimiento medio estacional</b>		<b>Rendimiento medio estacional</b>	
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación	Rendimiento medio estacional	75.0 %
Potencia nominal	100 kW		
Carga media real fomb	0.2 ?	Aislamiento de la caldera	Bien aislada y mantenida
Rendimiento de combustión	85 %		

Figura 10. Modelització de l'equip de calefacció.

## 8.3 Equips de refrigeració

Per a la refrigeració, el Centre Universitari de la Visió disposa de dos màquines frigorífiques idèntiques CIATESA model Keiter-RTB150 de més de deu anys d'antiguitat. Funcionen amb electricitat, i la seva bomba de calor és d'Aigua-Aigua. La diferència entre les dues màquines frigorífiques recau en la superfície que cobreixen. Una s'ocupa del 77.04% de la superfície útil de l'edifici (743.74 m<sup>2</sup>) i l'altra del 22.96% (221.65 m<sup>2</sup>).

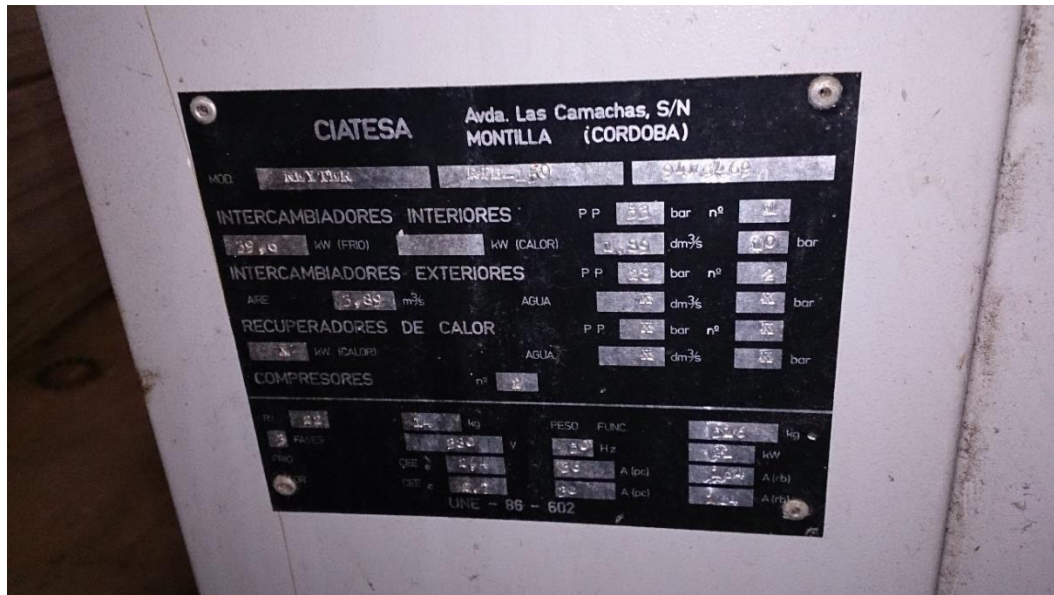


Figura 11. Detall d'una màquina refrigeradora CIATESA instal·lada al CUV.

## 8.4 Equips de il·luminació

La quarta instal·lació per modelitzar en el CE<sup>3</sup>X és l'enllumenat de l'edifici. A partir d'una llista proporcionada pel Servei d'obres i Manteniment de Terrassa, s'ha determinat que la potència instal·lada en l'edifici és de 4700 W. Com a tipus d'activitat s'ha definit "Aulas y Laboratorios", que tot i que no és l'ús més correcte, s'ha considerat és el que més s'aproxima a la combinació d'aules d'espera i sales de consulta de la realitat:

### Equipos de iluminación

Nombre	<input type="text" value="Iluminació"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<b>Características</b>			
Superficie zona	<input type="text" value="965.39"/> m2	<input checked="" type="radio"/> Sin control de la iluminación <input type="radio"/> Con control de la iluminación	
<b>Eficiencia energética</b>			
<input type="checkbox"/> Zona de representación	Actividad	<input type="text" value="Aulas y laboratorios"/>	
Definir características	<input type="text" value="Conocido(ensayado/justificado)"/>		
Potencia instalada	<input type="text" value="4700"/> W		
Iluminancia media horizontal	<input type="text" value="500"/> lux		

Figura 12. Modelització de la instal·lació d'enllumenat.



*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC***8.5 Ventiladors**

L'equip de ventilació de l'edifici està format per deu elements: quatre fancoils SERVOCLIMA model CTA-3-V i sis fancoils DAIKIN VRV-FXFQ20P7VEB amb les següents característiques:

Marca	Model	Unitats	Consum unitari (kWh)
DAIKIN	VRV-FXFQ20P7VEB	6	0.5
SERVOCLIMA	CTA-3-V	4	1.00

Taula 2. Fancoils i els seus equips unitaris.

Amb un consum total de 7kWh, i sabent que els fancoils només donen servei de refrigeració, podem afegir l'equip al programa:

**Ventiladores**

Nombre  Zona

**Características**

Tipo de ventilador

Servicio

**Consumo energético anual**

Consumo energético  Consumo energético anual  kWh

Figura 13. Modelització del sistema de ventilació.

**8.6 Equips de bombeig**

Els equips de bombeig que hi ha al Centre Universitari de la Visió consten de dues bombes per als equips de refrigeració, dues bombes per al l'equip de calefacció, i una bomba per a l'aigua calenta sanitària, totes de cabal constant:

Circuit	Unitats	Potència unitària (kW)	Demanda anual (h)
Calefacció	2	0.25	1176
Refrigeració	2	0.85	1236
ACS	1	0.25	25

Taula 3. Equips de bombeig. Unitats, potència i demanda anual.



*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*Introduint les dades al CE<sup>3</sup>X:**Equipos de bombeo**

Nombre  Zona

*Características*

Tipo de bomba

Servicio

*Consumo energético anual*

**Consumo energético**  *Consumo energético anual*  kWh

Potencia eléctrica  kW

Número de horas de demanda  h

¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?

☐ Si ☒ No

Figura 14. Modelització del sistema de bombes de les calderes.

**Equipos de bombeo**

Nombre  Zona

*Características*

Tipo de bomba

Servicio

*Consumo energético anual*

**Consumo energético**  *Consumo energético anual*  kWh

Potencia eléctrica  kW

Número de horas de demanda  h

¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?

☐ Si ☒ No

Figura 15. Modelització del sistema de bombes de les refrigeradores.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

### Equipos de bombeo

Nombre	Bomba ACS	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>			
Tipo de bomba	Bomba de caudal constante		
Servicio	ACS		
<b>Consumo energético anual</b>			
<b>Consumo energético</b>	Estimado	Consumo energético anual	6.3 kWh
Potencia eléctrica	0.25 kW		
Número de horas de demanda	25 h		
¿Funciona la bomba cuando no hay demanda térmica?			
<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No			

**Figura 16. Modelització del sistema de bombes per ACS.**

## 9 Certificació exhaustiva

### 9.1 Envolupant tèrmica

L'envolupant tèrmica es compon dels murs, sòls, cobertes, particions interiors, buits, claraboies i ponts tèrmics que limiten els espais útils habitables de l'edifici amb l'exterior, essent l'exterior aire, terreny, altres edificis o, en el cas de les particions interiors, espais de l'edifici que s'han classificat com a no útils habitables.

#### 9.1.1 Materials

En la certificació exhaustiva, és important especificar els diferents materials que formen la façana, ja que aquesta pretén obtenir la qualificació energètica basant-se en dades conegudes. En el cas del Centre Universitari de la Visió, les façanes estan formades per totxo massís amb una capa de guix a l'interior.

#### 9.1.2 Coberta i sòls

El Centre Universitari de la Visió compta amb una teulada formada per plaques de llana de roca fono absorbents de 15cm de gruix amb entramat i suspensió auto nivelladora de barra roscada que facilita l'aïllament amb l'exterior. Tot i així, la teulada es troba per sobre d'un fals sostre pla que es considerarà com a partició interior horitzontal. Així doncs, l'edifici només disposa de sòl en contacte amb el terreny.

#### 9.1.3 Murs de façana

L'edifici està disposat en 6 façanes: una orientada a l'oest, que disposa la major part de superfície, una encarada al nord, una encarada al nord est, on es troba la entrada, una a l'oest, una orientada al sud est, i una encarada al sud. Les façanes tenen una part en contacte amb el terreny (soterrades), aspecte a considerar a l'hora d'introduir les dades en el programa. La taula següent il·lustra les característiques de les façanes:

Codi	Superfície (m <sup>2</sup> )	Material	Buits i claraboies	Orientació
F_S	77,75	Totxo massís	Sí	Sud
F_SE	40,91	Totxo massís	Sí	Sud Est
F_SEs	0,77	Totxo massís	No	Sud Est
F_O	161,58	Totxo massís	Sí	Oest
F_Os	27,06	Totxo massís	No	Oest

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

<b>F_N</b>	40,57	Totxo massís	Sí	Nord
<b>F_Ns</b>	15,66	Totxo massís	No	Nord
<b>F_NE</b>	14,80	Totxo massís	Sí	Nord Est
<b>F_NEs</b>	9,30	Totxo massís	No	Nord Est
<b>F_E</b>	124,67	Totxo massís	Sí	Est
<b>F_Es</b>	22,45	Totxo massís	No	Est

Taula 4. Característiques dels murs de façana.

S'ha de considerar també que de cara a la modelització de les façanes, només s'ha de tenir en compte la superfície de la façana que delimita la superfície útil de l'edifici. Al tenir una zona amb façana que és partició interior, la superfície de façana en contacte amb aquesta zona no s'ha de considerar.

**9.1.4 Buits i claraboies**

En l'edifici objecte, no es presenten claraboies, però sí buits. La major part són finestres, però també es consideren les portes d'emergència i la entrada principal. Aquests elements són els que més pèrdues energètiques provoquen, per tant, és molt important modelitzar-les. A continuació es detalla una taula amb els buits que hi ha a les diferents façanes, indicant la seva superfície, reculada i aspectes a destacar:

<b>Codi</b>	<b>Façana</b>	<b>Superfície (m²)</b>	<b>Reculada (cm)</b>	<b>Característiques</b>
<b>Fin_PN</b>	Nord	3,15	26	Vidre doble
<b>Fin_S17</b>	Nord	1,75	26	Vidre simple, poca estanqueïtat, marc sense ruptura de pont tèrmic
<b>Entrada</b>	Nord Est	14,1	385	Sense marc, doble finestra
<b>Fin_Rec</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_S42</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_S43</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_SA1</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_SA2</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_SA3</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_SA4</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_SA5</b>	Est	2,89	27	Vidre doble
<b>Fin_S721</b>	Sud Est	1,17	29	Vidre doble

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

<b>Fin_S722</b>	Sud Est	1,17	29	Vidre doble
<b>Fin_S76</b>	Sud Est	1,17	29	Vidre doble
<b>P_EM_S</b>	Sud	4,95	92,5	Porta d'emergència
<b>Fin_S77</b>	Sud	1,57	30	Vidre doble
<b>Fin_S82</b>	Sud	2,97	24	Vidre doble
<b>Fin_S81S</b>	Sud	2,97	24	Vidre doble
<b>Fin_S811</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>Fin_S812</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>Fin_S64</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>Fin_S65</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>Fin_S54</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>Fin_S53</b>	Oest	2,89	26	Vidre doble
<b>P_EM_O</b>	Oest	3,41	206	Porta d'emergència

Taula 5. Característiques dels buits de façana.

Degut al desconeixement de la transmissió tèrmica dels elements que formen els buits, s'ha optat per realitzar les modelitzacions a partir d'estimacions.

**Hueco/Lucernario**

Nombre: Entrada

Cerramiento asociado: F\_N

Orientación: Norte

**Dimensiones**

Longitud: 4,7 m

Altura: 3 m

Multiplicador: 1

Superficie: 14,1 m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco: 8 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Estanco 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>

Absortividad del marco: 0,65

☒ Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras: CUV

☒ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

**Propiedades térmicas**: Estimadas

Tipo de vidrio: Simple

Tipo de marco: Metálico sin RPT

U vidrio: 2.81 W/m<sup>2</sup>K

g vidrio: 0.67

U marco: 2.81 W/m<sup>2</sup>K

Figura 17. Modelització de buits en les façanes.

Com es pot apreciar en la figura, hi ha una gran quantitat de paràmetres requerits per a la correcta modelització.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Primer s'ha de determinar el tancament associat, és a dir, la façana on es troba situat el buit. Un cop determinat, la obertura adquireix la mateixa orientació que el tancament.

Posteriorment, s'introdueixen les dimensions. Com a particularitat, es demana el percentatge de marc que té la obertura. Aquesta dada permet diferenciar entre una porta i una finestra, ja que les portes tindran un percentatge de marc elevat, mentre que les finestres tindran un de baix. El multiplicador serveix per definir el nombre de buits idèntics en el mateix tancament associat. En aquest estudi, però, s'ha decidit definir tots els buits de forma individual, ja que al ser un edifici que es troba en constant procés de reforma, si es volgués reutilitzar la certificació, es podrien modificar aquells elements en particular que es veiessin alterats.

Un cop definides les dimensions del buit, s'entra a l'apartat de característiques d'aquest. El primer paràmetre d'aquest bloc és la permeabilitat de l'obertura, és a dir, el tipus de fusteria i estat d'aquesta. Excepte pel buit amb codi Fin\_S17 que es troba a la façana nord, tots els elements es troben en un bon estat i presenten una bona estanqueïtat:



Figura 18. Fotografia de la finestra Fin\_S17 amb l'estat del marc.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

El segon paràmetre és l'absortivitat del marc, que varia en funció del color de la fusteria. En tots els casos, el color és un gris mitjà, que correspon a una absortivitat de 0,65:



**Absortividad Marco**

*Absortividad del marco para radiación solar  $\alpha$*

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	<input type="radio"/> 0.2	<input type="radio"/> 0.3	---
Amarillo	<input type="radio"/> 0.3	<input type="radio"/> 0.5	<input type="radio"/> 0.7
Beige	<input type="radio"/> 0.35	<input type="radio"/> 0.55	<input type="radio"/> 0.75
Marron	<input type="radio"/> 0.5	<input type="radio"/> 0.75	<input type="radio"/> 0.92
Rojo	<input type="radio"/> 0.65	<input type="radio"/> 0.8	<input type="radio"/> 0.9
Verde	<input type="radio"/> 0.4	<input type="radio"/> 0.7	<input type="radio"/> 0.88
Azul	<input type="radio"/> 0.5	<input type="radio"/> 0.8	<input type="radio"/> 0.95
Gris	<input type="radio"/> 0.4	<input checked="" type="radio"/> 0.65	---
Negro	---	<input type="radio"/> 0.96	---

Aceptar

Figura 19. Quadre de diàleg per escollir la absortivitat del marc.

El següent paràmetre a modelitzar és el dispositiu de protecció solar. Un dispositiu de protecció solar és aquell element que pugui aïllar, parcialment o total, el buit del Sol directe.

## Elementos de sombreadimiento

*Seleccionar los elementos de sombreadimientos correspondientes*

<input type="checkbox"/> Voladizo	Definir
<input checked="" type="checkbox"/> Retranqueo	Definir
<input type="checkbox"/> Lamas horizontales	Definir
<input type="checkbox"/> Lamas verticales	Definir
<input type="checkbox"/> Toldos	Definir
<input type="checkbox"/> Lucernarios	Definir
<input type="checkbox"/> Corrector del factor solar	

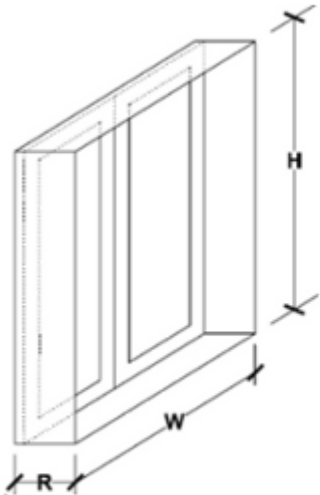
Aceptar    Borrar todos

Figura 20. Llista d'elements de protecció solar.

En el cas del Centre Universitari de la Visió, l'únic dispositiu de protecció solar és la reculada, una tècnica de construcció que consisteix en col·locar l'element del buit (finestra o porta en aquest cas) a l'interior de la façana, fent que el límit de la zona habitable i l'exterior sigui l'element col·locat. Per definir la reculada, al haver definit les dimensions del buit, només necessitem la profunditat del forat a la que està col·locat l'element:

## Retranqueos

*Dimensiones*



H 3 m

W 4.7 m

R 3.85 m

Aceptar    Cancelar    Borrar

Figura 21. Modelització del paràmetre de reculada.



*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Arribats a aquest punt, cal fer una incisió al cas de l'entrada de l'edifici. Com s'ha mencionat abans, quan es selecciona el tancament associat, el buit adquireix la mateixa orientació que el tancament. En el cas de l'entrada, tot i estar associada a la façana nord est de l'edifici, s'ha considerat com a part de la façana nord, ja que la orientació de l'element és la orientació nord. Això comporta que la reculada no sigui un valor constant al llarg de l'amplada de l'element, sinó que un costat té una reculada menor que l'altre costat. Per resoldre aquest conflicte, s'ha decidit definir una reculada amb una distància mitjana dels dos valors, resultant en 3,85 metres de reculada per la entrada:



**Figura 22.** Fotografia detall de l'entrada de l'edifici, on es pot veure la reculada variable.

Un cop analitzada l'anomalia de l'entrada de l'edifici, el següent paràmetre a definir és el patró d'ombra. Aquest es defineix amb detall a l'apartat 9.1.7 d'aquest mateix document, per tant, no s'explica en aquest apartat i en el seu lloc s'explica el següent paràmetre, la doble finestra. Aquesta opció de casella només s'ha utilitzat en el cas de la entrada, que està formada per dues portes corredisses de vidre independents amb sensor d'obertura.

L'últim bloc de paràmetres per definir els buits fan referència a les propietats tèrmiques de l'element col·locat. En les dues certificacions simplificades s'ha procedit a definir les propietats tèrmiques a partir d'estimació. Al escollir aquest mètode, el programa demana el tipus de vidre i el tipus de marc de l'element. Excepte en el cas de la finestra amb codi Fin\_S17 i l'entrada, que s'han definit amb un tipus de vidre simple i un marc metàl·lic sense ruptura de pont tèrmic, tots

### *Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

els buits de l'edifici són amb vidre doble i marc metàl·lic sense ruptura de pont tèrmic, com es mostra en la següent figura:

*Parámetros característicos del hueco*

**Propiedades térmicas** Estimadas ▼

Tipo de vidrio Doble ▼

Tipo de marco Metálico sin RPT ▼

Figura 23. Modelització a partir d'estimació de les propietats tèrmiques del buit.

### 9.1.5 Particions interiors


La part més complexa de la modelització de l'edifici és, sens dubte, la de les particions interiors. Les particions interiors són elements constructius de separació que delimiten la zona habitable amb una zona no habitable del mateix, o amb una zona d'un altre edifici, com un local. La taula següent mostra les característiques més importants de les particions interiors que té l'edifici objecte:

Codi	Superfície (m <sup>2</sup> )	Posició	Propietats tèrmiques
<b>Fals sostre</b>	965,39	Horitzontal	Conegudes
<b>Zona inhabilitada</b>	95,45	Vertical	Estimades

Taula 6. Característiques de les particions interiors.

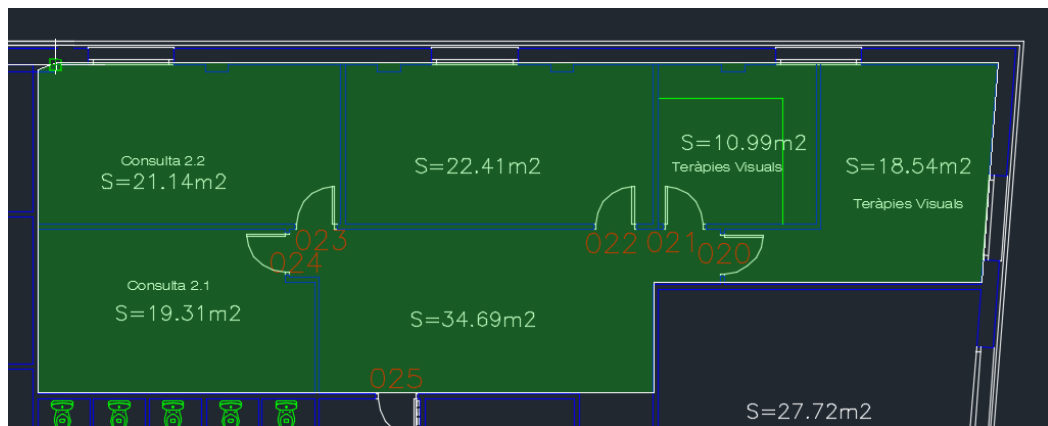
Com ja s'ha mencionat amb interioritat, una primera partició interior horitzontal és el fals sostre que separa la zona útil habitable de la teulada. El programa disposa del tipus d'espai no habitable que s'ajusta al cas del Centre Universitari de la Visió, al ser un espai sota coberta inclinada. Se sap que el material aïllant són plaques de llana de roca de 60x60 cm i 150mm de gruix. La llana de roca té una conductivitat tèrmica de 0,034 W/m·K, donant una transmitància tèrmica  $U = 0,23$  W/m<sup>2</sup>·K<sup>6</sup>. Així doncs, la modelització de la partició interior queda com es mostra a la següent figura:

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*
**Partición interior horizontal en contacto con espacio NH superior**

Nombre	Fals sostre	Zona	Edificio Objeto
<b>Parámetros generales</b>			
Superficie de la partición	965.39 m <sup>2</sup>		
Tipo de espacio no habitable	Espacio bajo cubierta inclinada		
<b>Parámetros característicos para el cálculo de la U global</b>			
Propiedades térmicas: Uglobal	Conocidas	Transmitancia térmica	0.23 W/m <sup>2</sup> K

**Figura 24. Modelització del fals sostre com a partició interior horitzontal amb superfície no habitable superior.**

La segona partició interior, vertical, és la zona no habilitada corresponent a la cantonada nord oest de l'edifici. En els plànols, correspon a les sales amb codi 20, 21, 22, 23, 24 i la zona comuna a aquestes. La següent figura senyala la zona corresponent en els plànols de l'edifici:



**Figura 25. Superfície no habitable considerada partició interior vertical.**

Modelitzar aquesta partició interior ha sigut més complexa que la anterior per dos motius. El més significatiu ha sigut que la partició interior no està limitada per la part superior; no té sostre. Això suposa que el tancament de la partició inclou la superfície de coberta, així com la superfície de les façanes que es troben per sobre de la partició interior horitzontal del fals sostre. Per fer la modelització, s'ha decidit estimar la transmitància tèrmica global. Amb aquesta opció, el programa necessita principalment dues variables. La variable principal és la superfície vertical que delimita la superfície útil de la partició interior. Aquesta superfície en total són 95,45 m<sup>2</sup>. La segona variable és la superfície de tancament, que com s'ha mencionat abans, és la superfície que delimita la partició interior amb l'exterior.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Aquesta superfície, en total, suma 1400,05 metres quadrats, dels quals 1170,64 corresponen a la coberta.

En la següent figura es pot apreciar que, efectivament, la partició interior no té limitació per la part superior.



Figura 26. Fotografia de les consultes 2.1 i 2.2 presa des de la zona comuna.



Figura 27. Sales de teràpies audiovisuals inhabilitades.

### *Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Un cop definida la superfície de tancaments que donen a la partició interior, el programa demana el grau de ventilació de l'espai. En aquest cas, s'ha triat la opció de ventilació lleugera ja que hi ha ranures de respiració col·locades en alguns punts de les façanes, però no hi ha instal·lacions que realitzin una ventilació de l'espai.

Així doncs, la modelització per a aquesta partició interior queda:

#### Partición interior vertical


Nombre  Zona

**Dimensiones**

Superficie de la partición  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Altura  m



**Parámetros característicos para el cálculo de la U global**

**Propiedades térmicas: Uglobal**  **Transmitancia térmica**  W/m<sup>2</sup>K

Grado ventilación del espacio NH

☐ Tiene aislamiento térmico **Superficie del cerramiento**  m<sup>2</sup>

**Definir la transmitancia térmica de la partición**

Definir Upartición

Figura 28. Modelització de la zona inhabilitada com a partició interior vertical.

### 9.1.6 Ponts tèrmics

Els ponts tèrmics formen part de l'envolupant tèrmica i es caracteritzen per ser les zones on hi ha discontinuïtats constructives. La major part d'aquestes discontinuïtats es deuen a la intersecció o contacte entre elements de l'envolupant tèrmica amb altres elements de l'edifici, generalment estructurals.

Els ponts tèrmics s'han obtingut, en ambdues certificacions simplificades, amb els mètodes per defecte del programa. Per modelitzar-los, el programa proposa una llista amb els diferents tipus de ponts tèrmics que es poden trobar. En el cas de l'edifici estudiat, hi ha tres tipus de ponts tèrmics:

- Pilar integrat en façana: són els pilars que es troben en contacte amb les diferents façanes de l'edifici.
- Contorn de buit: representen la discontinuïtat entre els marcs i els tancaments.
- Trobada de façana amb sòl: El contacte de les façanes amb el terra.

### Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC

Per tant, un cop seleccionades les opcions adequades al cas estudiat, només queda carregar-los:

#### Puente térmico por defecto

Definir puentes térmicos por defecto

- ☒ Pilar integrado en fachada
- ☐ Pilar en esquina
- ☒ Contorno de hueco
- ☐ Caja de persiana
- ☐ Encuentro de fachada con forjado
- ☐ Encuentro de fachada con cubierta
- ☐ Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- ☒ Encuentro de fachada con solera

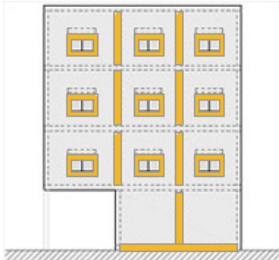


Figura 29: Modelització dels punts tèrmics.

### 9.1.7 Patró d'ombra

Segons el Codi Tècnic d'Edificació, una façana només pot tenir vuit orientacions possibles:

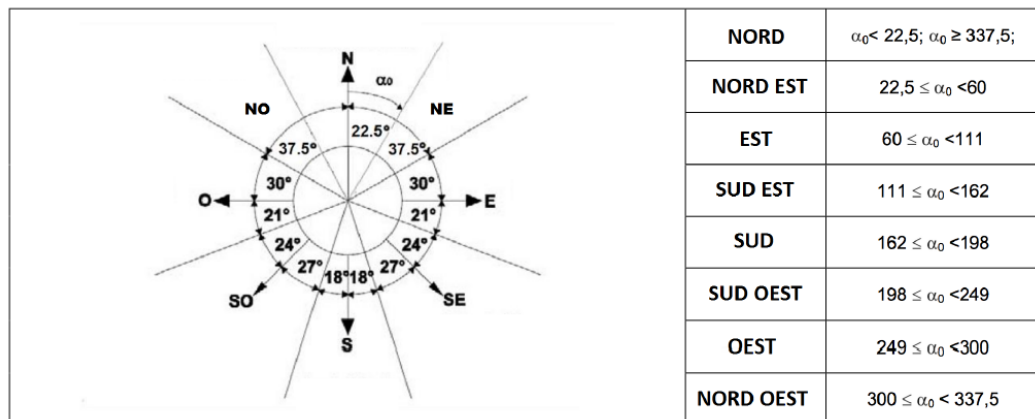


Figura 30. Possibles orientacions de les façanes.<sup>7</sup>

Com es pot veure en la figura, les orientacions no són equidistants. Per tal de determinar la orientació d'una façana, s'ha d'obtenir a partir de l'angle que es forma entre el nord geogràfic i la normal de la façana, en sentit horari.



*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

La determinació de l'orientació serveix per determinar la quantitat de llum directa que rep una façana, i en aquest sentit, el patró d'ombra serveix per definir impediments que poden haver a l'hora de rebre la llum natural.

En el cas del Centre Universitari de la Visió, hi ha tres edificis al voltant que afecten la recepció de llum directa. Els edificis impacten sobre la façana est, on es troba la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa (FOOT), i a les façanes sud i oest, on trobem un primer bloc d'habitatges al sud i un segon bloc d'habitatges al oest:

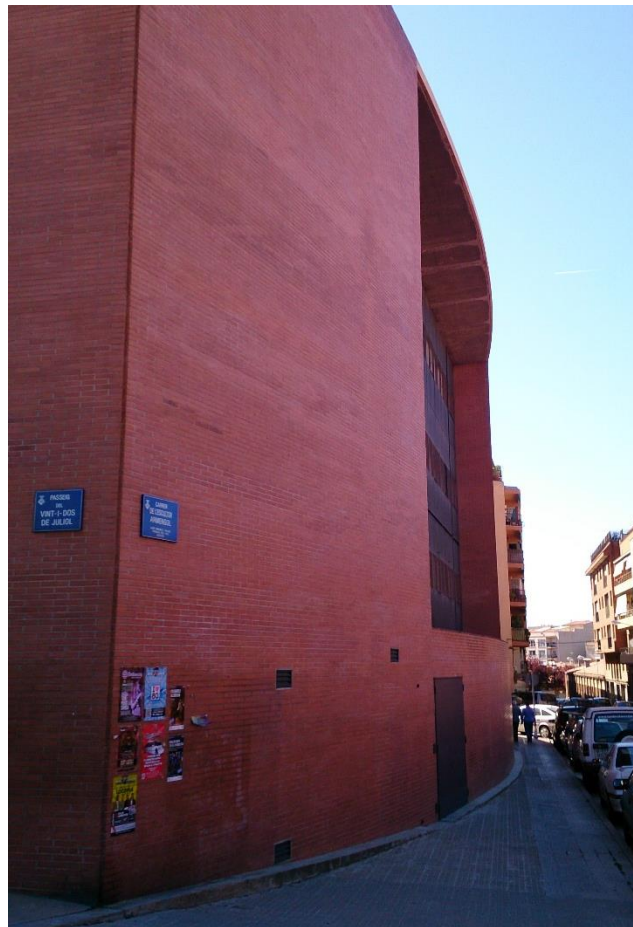
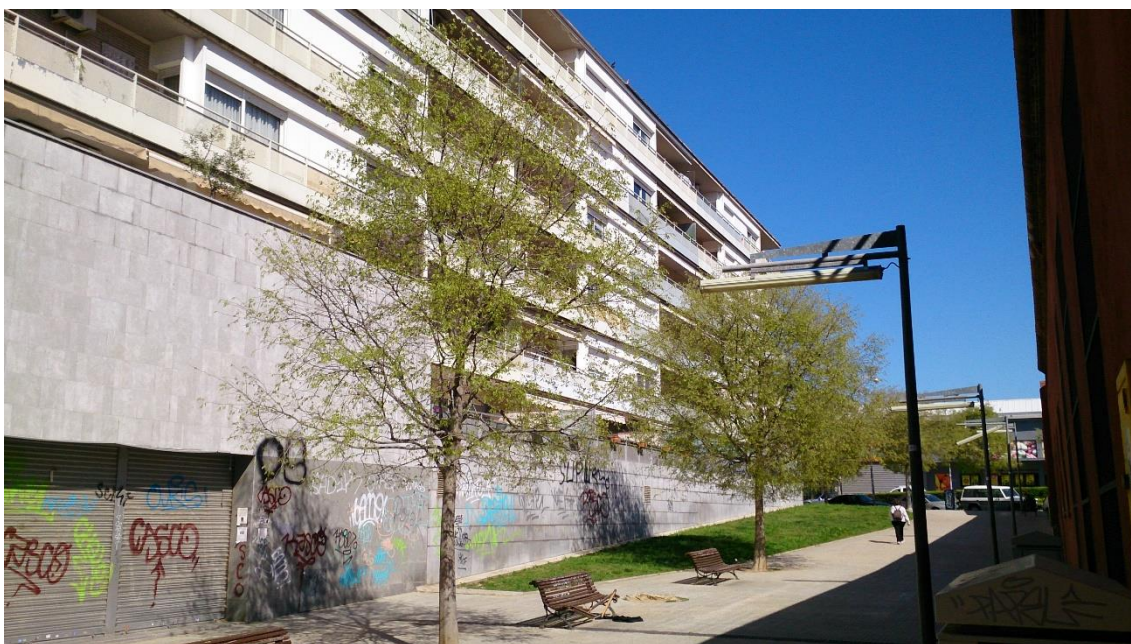


Figura 31. Façana oest de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*



**Figura 32.** Bloc de pisos situats en front de la façana sud del Centre Universitari de la Visió.



**Figura 33.** Bloc de pisos situats en front de la façana oest del Centre Universitari de la Visió.

La introducció de les dades d'aquests patrons és idèntica en totes les modelitzacions. Per tant, només se'n detallarà una com a exemple.

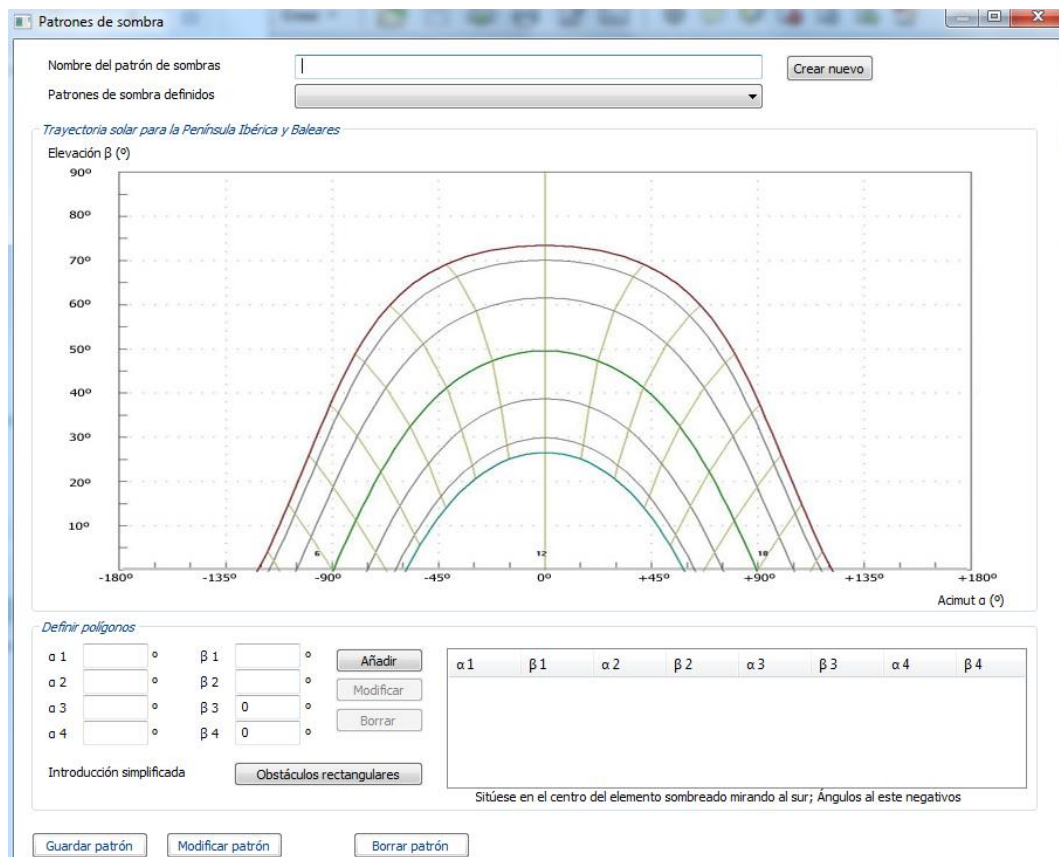


### *Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Per modelitzar el patró d'ombres, es pot fer a partir de dos mètodes:

- Definició a través de polígons: es realitza a partir de definir un obstacle per quatre punts i el punt mig de la façana sobre la qual es vol definir el patró d'ombres. A partir dels quatre punts es tracen línies rectes fins al punt mig de la part inferior de la façana en qüestió i les corresponents projeccions horitzontals. Amb aquestes traces es formen vuit angles que, projectats en vertical i horitzontal, es defineixen en dos grups,  $\alpha$  i  $\beta$ . Els primers caracteritzen l'azimut, l'angle de desviació en el pla horitzontal respecte la direcció sud. Els segons, defineixen l'alçada del punt originador de l'ombra. Aquest mètode no s'utilitza en aquestes certificacions, així que no s'entra en més detall.
- Definició a partir de longituds característiques: a partir de definir la distància de separació entre façanes, la orientació d'aquestes, l'elevació de l'edifici obstacle i la amplada d'aquest, el programa calcula els angles  $\alpha$  i  $\beta$ . Aquest mètode és l'utilitzat, així doncs s'explica amb més detall.

Dins l'assistent del patró d'ombra, es selecciona l'opció "Obstáculos rectangulares", situada a la cantonada inferior esquerra de la finestra:



**Figura 34. Finestra de patrons d'ombra.**

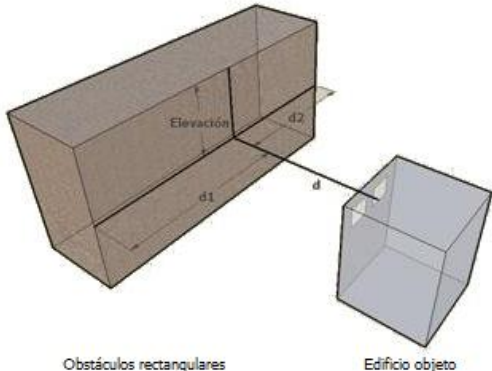
*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Un cop s'obre la finestra d'objectes rectangulars, en primer lloc es troba la orientació en que es troba l'edifici rectangular, seguit de la distància  $d$  que separa l'edifici objecte de l'edifici obstacle, en línia recta. Seguidament, les longituds  $d1$  i  $d2$  serveixen per determinar l'amplada de l'edifici obstacle, així com la desviació respecte el centre de les façanes. Finalment, s'introdueix la elevació de l'obstacle, prenent com a valor l'alçada entre la recta que proporciona la distància  $d$  i el punt més alt de l'edifici.

Un cop introduïdes les dades, el programa calcula automàticament els angles  $\alpha$  i  $\beta$  i crea el patró d'ombres:

**Obstáculos rectangulares**

*Definición del obstáculo rectangular*



Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

Orientación:

$d$ :  m

$d1$ :  m

$d2$ :  m

Elevación:  m

---

*Polígono definido*

Acimut 1	<input type="text" value="-142.3"/>	°	Elevación 1	<input type="text" value="22.2"/>	°
Acimut 2	<input type="text" value="-37.7"/>	°	Elevación 2	<input type="text" value="22.2"/>	°
Acimut 3	<input type="text" value="-37.7"/>	°	Elevación 3	<input type="text" value="0"/>	°
Acimut 4	<input type="text" value="-142.3"/>	°	Elevación 4	<input type="text" value="0"/>	°

**Figura 35. Definició d'angles  $\alpha$  i  $\beta$  a partir de distàncies característiques.**

Un cop explicat la introducció dels edificis obstacle a través de les distàncies característiques, el patró d'ombres queda definit i llest per ser aplicat a les façanes i buits.

## 9.2 Qualificació obtinguda

Un cop realitzada la modelització del Centre Universitari de la Visió en el programa, aquest permet obtenir els resultats de la qualificació energètica, així com un informe de la certificació.

Amb la certificació exhaustiva, la qualificació obtinguda ha sigut una C, amb unes emissions de 38,78 Kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
<div><div>&lt; 23.8A</div><div>23.8-38.7B</div><div>38.7-59.6C</div><div>59.6-77.5D</div><div>77.5-95.4E</div><div>95.4-119.2F</div><div>≥ 119.2G</div></div>	38.78 C	CALEFACCIÓN	ACS	
		E		A
Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]			Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
25.72			0.00	
REFRIGERACIÓN			ILUMINACIÓN	
		B		A
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
38.78		0.03	11.2	

Figura 36. Qualificació energètica del CUV mitjançant certificació exhaustiva.

En la figura anterior també es pot apreciar la qualificació dels diferents indicadors parcials. A partir d'aquestes, es pot determinar l'eficiència de cadascuna. Crida l'atenció la qualificació obtinguda per calefacció, amb una E, amb emissions de 25,72 Kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any. També es pot apreciar que les qualificacions d'aigua calenta sanitària i il·luminació són una A. La qualificació per ACS es pot justificar pel poc ús de la instal·lació, ja que pràcticament no s'utilitza aigua calenta en l'edifici. Llegint les qualificacions parcials i la global, veiem que, tot i tenir una demanda molt elevada de calefacció, la nota global és prou acceptable. Això es deu a la molt bona gestió de la energia de l'edifici.

Una altra informació important detallada en l'informe és la demanda energètica de calefacció i refrigeració. Aquests dos paràmetres són els que serveixen per poder fer les comparacions entre les tres certificacions.

En la imatge següent es detallen les demandes de calefacció i refrigeració:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>&lt; 12.5A</div><div>12.5-26.1B</div><div>26.1-45.1C</div><div>45.1-61.4D</div><div>61.4-77.7E</div><div>77.7-99.5F</div><div>≥ 99.5G</div></div>	<div>94.56 F</div>	<div><div>&lt; -0.2A</div><div>-0.2-0.8B</div><div>0.8-2.3C</div><div>2.3-3.5D</div><div>3.5-4.8E</div><div>4.8-6.4F</div><div>≥ 6.4G</div></div>	<div>0.05 B</div>
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]	
94.56		0.05	

Figura 37. Demandes de calefacció i refrigeració mitjançant certificació exhaustiva.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Com es pot veure en la imatge, l'edifici té un punt dèbil en la demanda de calefacció. Aquest seria un punt on incidir si es volgués fer una millora substancial de l'eficiència energètica del Centre Universitari de la Visió.

Un cop comentats els resultats de la certificació energètica exhaustiva, es procedeix a comentar la modelització, simulació i obtenció de resultats de la certificació energètica bàsica.

## 10 Certificació bàsica

En la certificació bàsica, la única diferència en la metodologia aplicada per a la obtenció de la certificació bàsica és que les propietats tèrmiques s'estableixen per defecte.

Anàlogament a la certificació exhaustiva, en primer lloc s'han d'introduir les dades administratives i generals de l'edifici. Aquestes, al ser les mateixes, no es detallaran els valors ni tampoc el procediment d'introducció.

### 10.1 Envolupant tèrmica

Un cop definides les dades administratives i generals de l'edifici, es passa a detallar la modelització de cadascuna de les parts que formen l'envolupant tèrmica.

La distribució dels elements que formen la envolupant, com és lògic, s'ha modelitzat amb el mateix criteri:

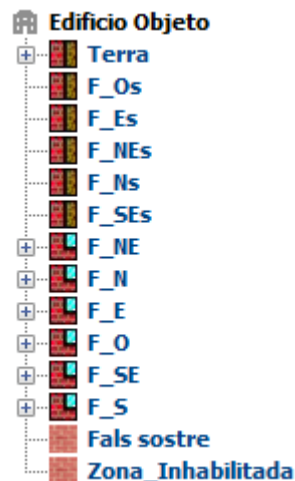


Figura 38. Esquema de modelització del CUV en certificació simplificada.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

En la taula següent, es recullen els valors de les diferents transmissibilitats tèrmiques:

<i>Element</i>	<i>Transmissibilitat tèrmica (W/m<sup>2</sup>·K)</i>
<i>Terra</i>	1.00
<i>Façanes soterrades</i>	2.00
<i>Façanes convencionals</i>	3.00
<i>Fals sostre</i>	1.36
<i>Zona Inhabilitada</i>	2.25

Taula 7. Transmissibilitat tèrmica dels diferents elements de l'envolupant tèrmica de certificació bàsica.

Referent als buits dels tancaments de l'edifici, s'han realitzat a partir d'estimacions, tal i com s'ha explicat en el capítol 9.1.4. Per tant, no s'explicarà com s'introdueixen els paràmetres. La taula següent recull les transmissibilitats tèrmiques del vidre i el marc, així com el factor solar:

<b>Element</b>	<b>Transmissibilitat tèrmica del vidre (W/m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>Factor solar</b>	<b>Transmissibilitat tèrmica del marc (W/m<sup>2</sup>·K)</b>
<b>Fin_PN</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S17</b>	5.7	0.82	5.7
<b>Entrada</b>	2.81	0.67	2.81
<b>Fin_Rec</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S42</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S43</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_SA1</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_SA2</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_SA3</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_SA4</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_SA5</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S811</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S812</b>	3.3	0.75	5.7
<b>P_EM_O</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S64</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S65</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S54</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S53</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S721</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S722</b>	3.3	0.75	5.7

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

<b>Fin_S76</b>	3.3	0.75	5.7
<b>P_EM_S</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S77</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S82</b>	3.3	0.75	5.7
<b>Fin_S81S</b>	3.3	0.75	5.7

Taula 8. Propietats tèrmiques dels buits en certificació bàsica.

Un cop modelitzats els buits i s'han conegut els valors, només falta la modelització de ponts tèrmics i la determinació del patró d'ombra. Aquests dos últims apartats s'han realitzat de la mateixa manera que en la certificació exhaustiva sense cap tipus de modificació en els apartats 9.1.6 i 9.1.7 d'aquesta memòria respectivament.

## 10.2 Qualificació obtinguda

Paral·lelament al procediment de la certificació exhaustiva, a continuació es detallen els resultats obtinguts en la certificació bàsica.

Primer, tal i com es mostra en la figura següent es determina la qualificació energètica obtinguda a partir de les emissions de diòxid de carboni. Tal i com es pot veure en la figura següent, l'edifici aconsegueix, com a la certificació exhaustiva, una lletra C, amb unes emissions globals de 45,90 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 23.8A</div><div>23.8-38.7B</div><div>38.7-59.6C</div><div>59.6-77.5D</div><div>77.5-95.4E</div><div>95.4-119.2F</div><div>≥ 119.2G</div></div>	45,9 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		F		A	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
		30.36		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		G		A	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
45,90		2.51		11.2	

Figura 39. Qualificació energètica del CUV mitjançant certificació bàsica.

Aquest valor és lleugerament superior al obtingut mitjançant la certificació exhaustiva, com era d'esperar, ja que al introduir els valors per defecte, el programa automàticament selecciona el pitjor escenari possible. Tot i així, la comparació de resultats no es du a terme fins a l'apartat 12.

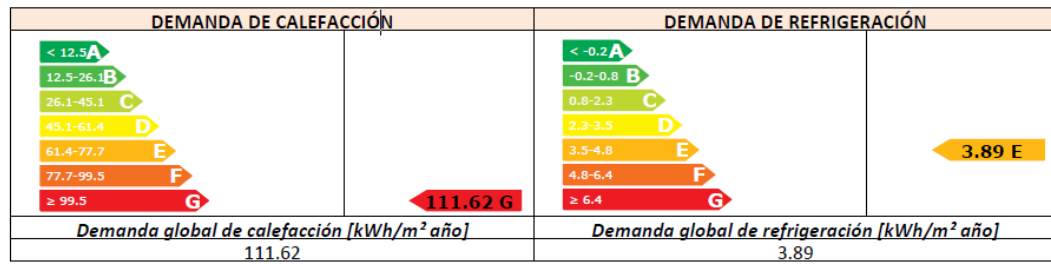
*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*


Figura 40. Demandes de calefacció i refrigeració mitjançant certificació bàsica.

En la figura anterior es pot veure que en ambdues demandes, el resultat és força desfavorable, amb una demanda de calefacció de 111,62 kWh/m²·any equivalent a una G, i una demanda de refrigeració de 3,89 kWh/m²·any equivalent a una E. Ambdós resultats són pitjors que els obtinguts en la certificació exhaustiva, especialment la demanda de refrigeració.



## 11 Certificació monitoritzada

En aquest apartat, es realitza un petit estudi referent als consums reals del Centre Universitari de la Visió, amb l'objectiu de comprovar la validesa dels resultats de les certificacions realitzades amb mètodes simplificats.

Aquestes dades s'han obtingut a través de la plataforma SIRENA de la Universitat Politècnica de Catalunya, una base de dades que realitza un seguiment cada quinze minuts dels consums d'aigua, electricitat i gas de forma monitoritzada.

Per a poder comparar els resultats obtinguts amb el CE<sup>3</sup>X, s'han recollit les dades dels consums de l'últim any natural, des de 1 de gener de 2014 fins a 31 de desembre de 2014. No s'ha escollit un període major perquè hi ha períodes en els que no hi ha hagut lectures, alterant en el consum anual.

### 11.1 Consum elèctric

Observant les dades proporcionades per la plataforma SIRENA, podem escollir la freqüència de lectura de les dades escollides, en franges de quinze minuts, una hora, diària, setmanal o mensual. Com es necessiten dades anuals per a les comparacions amb els resultats de les certificacions exhaustiva i bàsica, s'ha triat la opció de lectures mensuals, que permet fer una lectura de les dades segons l'horari d'atenció al públic de l'edifici.

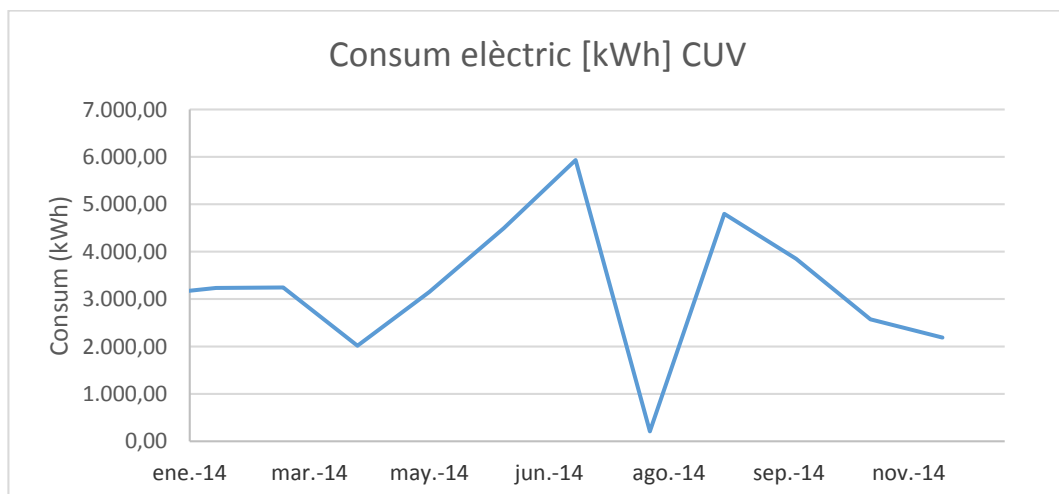


Figura 41. Gràfic evolutiu del consum elèctric del CUV.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Com es pot veure en el gràfic anterior, durant el mes d'agost, el consum elèctric disminueix fins arribar pràcticament a zero. Això es deu al període de tancament per vacances d'estiu. Així mateix es pot veure un augment del consum a partir del mes d'abril que es produeix fins al mes de juliol, degut al funcionament dels aparells de refrigeració.

També es pot apreciar que, durant tot el període d'activitat de l'edifici, hi ha sempre un consum mínim d'energia elèctrica, corresponent als aparells electrònics i l'enllumenat.

Per últim, s'ha de considerar el fet que s'hagi utilitzat només les dades de l'últim any significa un mostreig molt baix i pot suposar discrepàncies en els resultats finals i la seva comparació.

Els valors utilitzats per a la certificació monitoritzada del consum elèctric es detallen en la següent taula:

Mes	Consum (kWh)
Gener	3069,59
Febrer	3234,82
Març	3245,20
Abril	2014,41
Maig	3150,71
Juny	4494,70
Juliol	5933,93
Agost	209,62
Setembre	4798,78
Octubre	3850,65
Novembre	2571,78
Desembre	2188,88
<b>TOTAL</b>	<b>38763,07</b>

Taula 9. Consums elèctrics mensuals del CUV.

Amb un consum total de 38.763,07 kWh/any. Per poder comparar aquest valor amb els obtinguts a través de les certificacions exhaustiva i bàsica, hem de dividir-lo per la superfície útil de l'edifici, aconseguint així uns valors amb les mateixes dimensions, kWh/m<sup>2</sup>·any:

$$\text{Energia elèctrica total consumida} = \frac{38763,07 \frac{\text{kWh}}{\text{any}}}{965,39 \text{ m}^2} = 40,15 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

## 11.2 Consum de gas

El procediment d'estudi del consum de gas es realitza de la mateixa forma que el consum elèctric. S'han extret les dades corresponents al consum de gas de l'edifici durant el 2014:

Mes	Consum (kWh)
Gener	20027,83
Febrer	19857,48
Març	14733,33
Abril	9416,563
Maig	5300,336
Juny	2038,141
Juliol	1860,742
Agost	1537,719
Setembre	778,8438
Octubre	2260,156
Novembre	8218,344
Desembre	12752,75
<b>TOTAL</b>	<b>98782,23</b>

Taula 10. Consums mensuals de gas durant l'any 2014 del CUV.

Respecte a aquests valors, es pot veure que els valors són molt dispars. En èpoques de fred, de novembre a mitjan abril, el consum de gas és molt elevat, per la calefacció. En les èpoques de calor, en canvi el consum de gas es redueix a valors baixos.

De igual forma que amb el consum elèctric, el consum total anual s'ha de convertir per unitat de superfície per tal d'ésser comparat amb les certificacions exhaustiva i bàsica:

$$Gas\ total\ consumit = \frac{98.782,23 \frac{kWh}{any}}{965,39 m^2} = 102,32 \frac{kWh}{m^2 \cdot any}$$

## 12 Comparació de resultats

Un cop obtinguts els resultats de les tres certificacions, es procedeix a la comparació d'aquests.

Primer es procedeix a fer una comparació dels resultats de certificació energètica i, posteriorment, una comparació dels costos associats a cadascuna d'aquestes. Al ser els recursos els mateixos per a totes les certificacions, la comparació de costos només es veurà afectada per la càrrega horària de cada certificació. Abans de comentar els resultats numèrics, però, es decideix fer primer una explicació sobre els diferents tipus d'energia.

L'energia, des del seu procés d'obtenció fins el seu ús final, pateix diferents alteracions. Es parla d'energia primària a l'energia obtinguda en les plantes de generació. Aquesta energia, un cop obtinguda, es distribueix a través de la xarxa elèctrica. Aquest procés de distribució genera pèrdues de transport per la resistència del material conductor, i de transformació pels canvis de tensió i amperatge en el procés. Un cop considerades aquestes pèrdues, es parla d'energia secundària. Aquesta és la que arriba als edificis i registren els comptadors i, en el cas d'aquest estudi, també la plataforma SIRENA. Per últim, es troba l'energia útil. L'energia útil és aquella que s'ha transformat de manera desitjable per satisfer les necessitats humanes. En el procés de transformació d'energia secundària (també coneguda com energia final) a energia útil es veu afectat pel rendiment dels aparells. Els aparells no són perfectes, i no tota la energia que absorbeixen la transformen en el resultat final. En el cas de l'estudi, l'energia útil s'anomena demanda energètica.

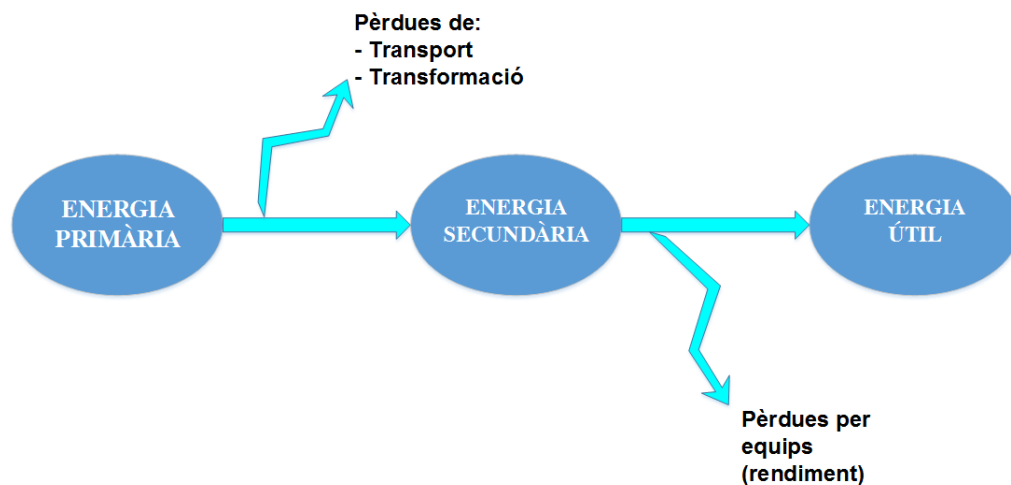


Figura 42. Esquema de transformació de l'energia.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Així doncs, per poder comparar els resultats obtinguts amb les dades monitoritzades i les certificacions bàsica i exhaustiva, el primer que cal fer és convertir les demandes de refrigeració i calefacció de les certificacions amb mètodes simplificats en energia secundària. Per fer-ho, s'han pres els valors de demandes de refrigeració i calefacció i s'han dividit pel rendiment (unitari) de les corresponents màquines, és a dir, la demanda de refrigeració s'ha dividit pel rendiment promig de les refrigeradores i la demanda de calefacció pel rendiment de la caldera Roca G100.

En segon lloc, cal considerar el consum de l'enllumenat de les certificacions exhaustiva i bàsica. La particularitat d'aquesta variable és que ve donada en Kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any, en lloc d'unitats d'energia. Per convertir aquesta unitat, s'ha recorregut a un document publicat per el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, titulat "*Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes Fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España*", en la seva versió del 3 de març de 2014. En aquest document es determina que el coeficient de pas de Kg de CO<sub>2</sub> a kWh per a un sistema nacional, és de 0,399.<sup>8</sup>

El consum energètic d'ACS es realitza amb el mateix procediment que amb l'enllumenat, però degut al nul consum energètic establert per el programa, no es considera.

Així doncs, l'energia útil total en funció del tipus de certificació es detalla en la següent taula:

	Energia secundària total (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
<b>Bàsica</b>	180,76
<b>Exhaustiva</b>	154,20
<b>Monitoritzada</b>	142,12

Taula 11. Energia útil total per les diferents certificacions.

Com es pot veure en la taula, els valors d'energia secundària no són massa similars. Amb la certificació bàsica, obtenim uns valors aproximadament un 25% superiors al dels obtinguts amb la certificació monitoritzada.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

Respecte la certificació exhaustiva, el valor sembla pròxim a l'obtingut amb la certificació monitoritzada, però parant atenció a les unitats, és evident que la diferència és massa gran. Això es pot deure a dos motius.

El primer és la modelització de les instal·lacions. Al no tenir la corba de rendiment de les instal·lacions de refrigeració i calefacció, s'han hagut d'estimar els rendiments. Vistos els resultats, és molt probable que els rendiments estimats per el programa siguin menors als reals, comportant una simulació de major demanda d'energia que en la realitat.

El segon punt és la definició dels buits. Amb el mateix problema que les instal·lacions, no s'ha pogut aconseguir la documentació referent als materials referents als buits. Els buits són un dels punts febles més importants de cara a la eficiència energètica, i al haver els paràmetres, poden influir de forma considerable.

Tot i així, com era d'esperar, la certificació exhaustiva obté una energia secundària més pròxima a la obtinguda a través de dades monitoritzades, ja que s'ha realitzat l'estudi amb una precisió major.

Un cop detallats els resultats de certificació, es procedeix a realitzar la comparació temporal i econòmica de les diferents certificacions.

Tal i com es mostra en l'arxiu de Pressupost, adjunt a aquesta memòria, s'han estructurat tant el detall d'hores com els costos associats a aquests en tres blocs. Aquests blocs són la recollida, contrastat i tractament d'informació, introducció de dades al CE<sup>3</sup>X i posterior simulació, i l'adequació de resultats i redacció de l'informe.

A la pàgina següent es detallen aquests paràmetres per cada una de les certificacions en forma de taules:

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

	Hores dedicades	Cost unitari (€/h)	Cost (€)
Recollida, contrastat i tractament d'informació	45	30,00	1350,00
Introducció de dades a CE <sup>3</sup> X i simulació	10	30,00	300,00
Adequació de resultats i redacció de l'informe	2	30,00	60,00

<b>COST TOTAL</b>	<b>1710,00</b>
-------------------	----------------

Taula 12. Detall de costos associats a la certificació exhaustiva.

	Hores dedicades	Cost unitari (€/h)	Cost (€)
Recollida, contrastat i tractament d'informació	20	30,00	600,00
Introducció de dades a CE <sup>3</sup> X i simulació	7	30,00	210,00
Adequació de resultats i redacció de l'informe	2	30,00	60,00

<b>COST TOTAL</b>	<b>870,00</b>
-------------------	---------------

Taula 13. Detall de costos associats a la certificació bàsica.

	Hores dedicades	Cost unitari (€/h)	Cost (€)
Recollida, contrastat i tractament d'informació	5	30,00	150,00
Introducció de dades a CE <sup>3</sup> X i simulació	-	30,00	-
Adequació de resultats i redacció de l'informe	20	30,00	600,00

<b>COST TOTAL</b>	<b>750,00</b>
-------------------	---------------

Taula 14. Detall de costos associats a la certificació monitoritzada.

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*

A primer cop d'ull s'observa que la certificació exhaustiva és la més cara, degut a que es la certificació que requereix de més recursos. La causa d'aquesta diferència recau en la quantitat d'informació a recopilar per tal de precisar al màxim possible l'estat de l'edifici, així com la redacció d'aquesta a la memòria.

Seguint amb la certificació exhaustiva, s'han necessitat dues hores per al tractament de resultats. Aquest valor és el menor dels tres blocs degut a que el programa genera un informe de forma automàtica que conté tota la informació necessària i no és necessària la redacció d'aquest.

Referent a la certificació bàsica, el volum d'hores dedicat als blocs de recollida d'informació i introducció de dades al programa són considerablement menors. Això es deu a que en el cas de la certificació bàsica la cerca i recopilació d'informació és considerablement menor al utilitzar valors per defecte del programa. Al mateix temps, l'ús de valors per defecte simplifica el procés de modelització. Tot això comporta que el temps de dedicació a la certificació simplificada sigui la meitat que per la certificació exhaustiva.

Per últim, la certificació monitoritzada. Aquesta certificació no requereix l'ús del programa CE<sup>3</sup>X, així que el bloc no té costos associats. Degut a la disponibilitat de la plataforma SIRENA, la recollida d'informació és un procés ràpid. S'hi dediquen cinc hores, la major part de les quals són el tractament de dades. Per contra, aquesta certificació no presenta cap tipus d'informe, i aquest s'ha de redactar de forma manual, necessitant una dedicació de 20 hores.

S'ha de tenir en compte que la certificació amb dades monitoritzades no està homologada i, per tant, no es pot considerar com una certificació vàlida a efectes institucionals.

Així doncs, un cop detallats els resultats de certificació i els costos associats a aquests, és fàcil arribar a la conclusió que la millor metodologia per a realitzar una certificació energètica bàsica, ja que la relació entre el volum de recursos i la qualificació obtinguda és menor que la certificació exhaustiva. Realitzant la certificació energètica bàsica amb mètodes simplificats, per tant, la dedicació total s'eleva a 29 hores i comportaria un cost de 870,00 € (IVA no inclòs).



## 13 Aspectes ambientals

Tal i com s'ha descrit en el capítol 3 d'aquest document, la consciència i responsabilitat envers el medi ambient ha sigut el catalitzador del desenvolupament de polítiques mediambientals.

Les certificacions energètiques són l'últim fruit d'aquesta sèrie de moviments socials i demandes de la població, forçant la creació de normatives específiques respecte l'eficiència energètica i emissions de diòxid de carboni.

En aquest estudi s'ha realitzat una comparació de mètodes d'anàlisi amb l'objectiu de determinar una optimització de temps i recursos sobre l'edifici propietat de la Universitat Politècnica de Catalunya, Centre Universitari de la Visió.

Aquest document, però, pot anar més enllà d'una simple comparació. Juntament amb la resta d'altres estudis de certificacions energètiques, aquest document pot ajudar a conscienciar estudiants, professors i usuaris de l'edifici sobre el consum energètic i les emissions de CO<sub>2</sub>. També pot servir per millorar l'estat actual de l'edifici, ja que aquest estudi determina les deficiències d'aquest.

## 14 Pressupost

El pressupost d'aquest estudi contempla les hores de dedicació a aquest ja que el programa utilitzat és gratuït i no hi ha despeses d'impressió ni enquadernat.

El desglossament del pressupost es troba en el volum III d'aquest treball.

El cost total és de 5481,30€, cinc mil quatre-cents vuitanta-un euros amb trenta cèntims (IVA inclòs).

## 15 Propostes de futurs treballs

Degut a que l'abast d'aquest estudi s'ha limitat a realitzar les certificacions energètiques i fer les respectives comparacions, un futur treball podria ser realitzar un estudi sobre la viabilitat econòmica i mediambiental de les propostes de millora realitzades per el programa, realitzant diferents pressupostos i classificant-los en funció del grau de millora.

### 15.1 Planificació de tasques

A continuació es detalla una llista de les diferents tasques que podrien compondre el futur treball.

1. Obtenció de la llista de millores proposades per el programa.
2. Millores d'aïllament tèrmic.
  - a. Anàlisi econòmic de cadascuna de les millores proposades referents a l'aïllament de l'edifici.
  - b. Desenvolupament de la metodologia a seguir per realitzar les operacions en cas que siguin econòmicament rendibles.
3. Millores de buits.
  - a. Anàlisi econòmic de cadascuna de les millores proposades referents als buits.
  - b. Desenvolupament de la metodologia a seguir per realitzar les operacions en cas que siguin econòmicament rendibles.
4. Millores de ponts tèrmics.
  - a. Anàlisi econòmic de cadascuna de les millores proposades referents als ponts tèrmics.
  - b. Desenvolupament de la metodologia a seguir per realitzar les operacions en cas que siguin econòmicament rendibles.
5. Millores d'instal·lacions.
  - a. Anàlisi econòmic de cadascuna de les millores proposades referents a les instal·lacions.
  - b. Desenvolupament de la metodologia a seguir per realitzar les operacions en cas que siguin econòmicament rendibles.
6. Determinació d'un paquet de millores òptim amb un pressupost determinat.
7. Simulació de certificació amb CE<sup>3</sup>X amb les mesures proposades en el paquet de millores òptim i avaluació de la nova qualificació.
8. Estudi sobre el possible estalvi econòmic que suposaria l'aplicació del paquet de millores.

## 15.2 Diagrama de Gantt

El següent diagrama s'ha elaborat per a una sola persona amb una setmana laboral de 25 hores i 5 dies laborables a la setmana. Es suposa com a data d'inici el 14 de setembre de 2015.

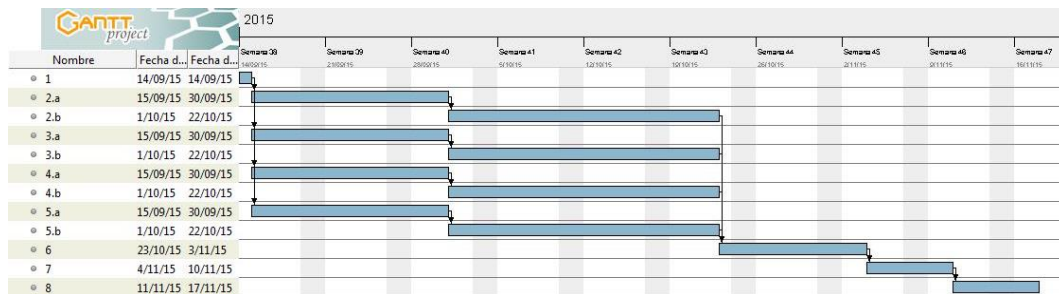


Figura 43. Diagrama de Gantt de les activitats del treball proposat.

## 16 Conclusions

Amb l'estudi finalitzat, és el moment de fer una valoració dels resultats obtinguts.

Primerament, es fa constar que s'ha complert l'objecte de l'estudi, assolint les diferents qualificacions aplicant diferents criteris de detall a l'hora de fer la certificació, i realitzant la posterior comparació tant a nivell de consum energètic com de relació resultat obtingut - recursos invertits.

Tal i com s'ha comentat en el capítol 12 d'aquest document, els resultats obtinguts amb mètodes simplificats no han sigut del tot satisfactoris tot i obtenir la mateixa lletra de qualificació, ja que els resultats s'han considerat molt diferents respecte del consum real de l'edifici. S'ha considerat la manca d'homologació del mètode de certificació a partir de dades monitoritzades, que l'ha invalidat com a millor opció.

Amb tot això, s'ha determinat que el millor mètode actual de certificació és el de la certificació bàsica amb mètodes simplificats, ja que presenta la millor relació entre la qualificació i els recursos destinats, amb un cost de 750,00€ (IVA no inclòs). Tot i això, si s'homologa la certificació amb dades monitoritzades, aquest mètode passa a ser el millor, tant per qualificació com per cost de realització.

A partir dels resultats obtinguts, s'ha proposat com a continuació d'aquest treball l'estudi de mesures de millora d'eficiència energètica, que poden derivar en una millora de la eficiència energètica i el seu corresponent estalvi econòmic.

## 17 Bibliografia

1. Estudios, informes y estadísticas. - IDAE, Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia. 2007.  
<http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle>. Accessed June 9, 2015.
2. Edificació - IDAE, Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia. 2007.  
<http://www.idae.es/index.php/idpag.23/relmenu.344/mod.pags/mem.detalle>. Accessed June 9, 2015.
3. Nota Informativa. Procedimientos para la certificación energética.  
[http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/20140313\\_Nota\\_Informativa\\_Procedimiento\\_transitorio\\_Certificacion.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/20140313_Nota_Informativa_Procedimiento_transitorio_Certificacion.pdf). Accessed June 9, 2015.
4. Miyabi; Cener. Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. 2012;004(1):260.  
[http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual\\_usuario\\_CE3X\\_05.pdf](http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual_usuario_CE3X_05.pdf). Accessed June 9, 2015.
5. Calificación energética del edificio terminado.  
[http://minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/ETIQUETA\\_EDIFICIO\\_TERMINADO.pdf](http://minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/ETIQUETA_EDIFICIO_TERMINADO.pdf). Accessed June 9, 2015.
6. Instituto Valenciano de la Edificación. Cuadernos de rehabilitación. :6.  
[http://www.five.es/descargas/archivos/P1\\_portada.pdf](http://www.five.es/descargas/archivos/P1_portada.pdf). Accessed May 27, 2015.
7. M. de Fomento. *Código Técnico de La Edificación CTE*.; 2013.
8. Idae. *Factores de Emisión de CO2 Y Coeficientes de Paso a Energía Primaria de Diferentes Fuentes de Energía Final Consumidas En El Sector Edificios En España*.; 2014.  
[http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014\\_03\\_03\\_Factores\\_de\\_emision\\_CO2\\_y\\_Factores\\_de\\_paso\\_Efinal\\_Eprimaria\\_V.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014_03_03_Factores_de_emision_CO2_y_Factores_de_paso_Efinal_Eprimaria_V.pdf). Accessed May 27, 2015.

Vilella Gassó, Santiago. "Estudio Y Modelización Del Edificio Biblioteca Del Campus Terrassa Mediante: Métodos Simplificados Y Datos Monitorizados," 2014.

Francàs Ribera, Francesc Xavier. "Estudi I Modelització de L'edifici GAIA Mitjançant Mètodes Simplificats," 2015.

Treball Fi de Grau:



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

*Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR30 del Campus Terrassa-UPC*